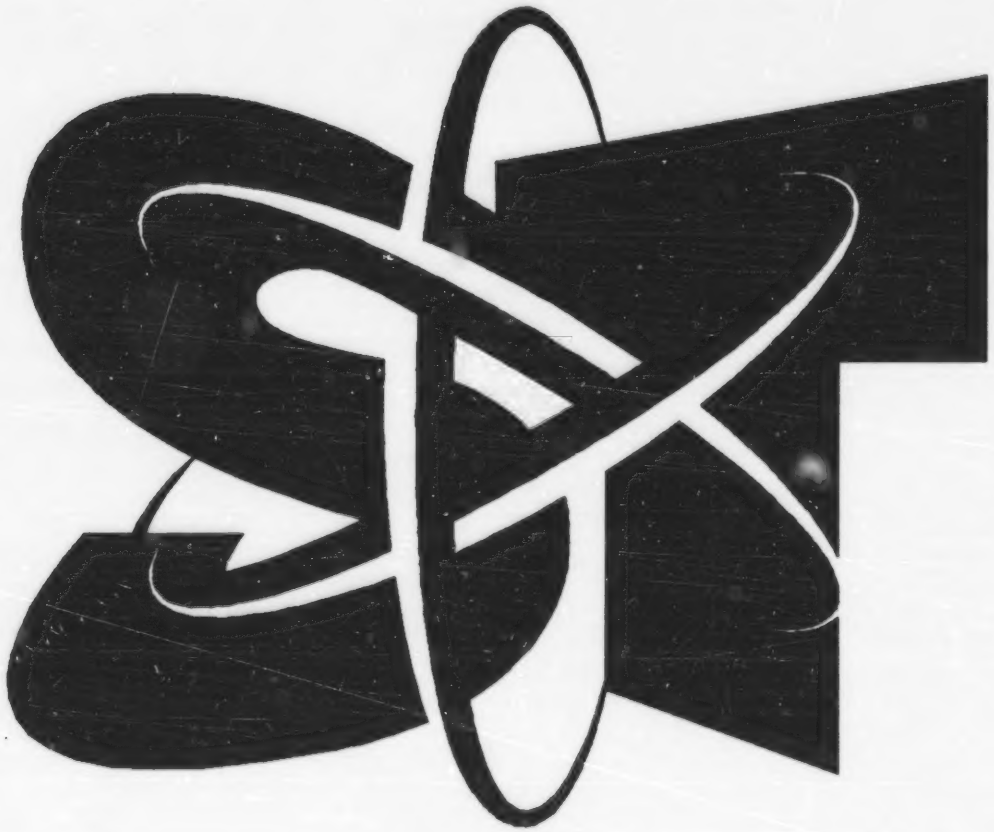
Science, Innovation and Electronic Information Division

RESEARCH PAPER

INTERNATIONNALLY COMPARABLE INDICATORS ON BIOTECHNOLOGY: A STOCKTAKING, A PROPOSAL FOR WORK AND SUPPORTING MATERIAL

W. Pattinson, B. Van Beuzekom and A. Wyckoff

No. 9



Sciences & Technologies

Statistics Canada Statistique Canada

Canada

101-03346/

Internationally Comparable Indicators on Biotechnology: A Stocktaking, a Proposal for Work and Supporting Material

W. Pattinson, B. Van Beuzekom and A. Wyckoff

OECD

The content of this paper is entirely the responsibility of the authors and does not reflect the views of the OECD or its member countries.

Statistics Canada

January 2001

88F0017MIE No. 9

The Science and Innovation Information Program

The purpose of this program is to develop **useful indicators of science and technology activity** in Canada based on a framework that ties them together into a coherent picture. To achieve the purpose, statistical indicators are being developed in five key entities:

- **Actors**: are persons and institutions engaged in S&T activities. Measures include distinguishing R&D performers, identifying universities that license their technologies, and determining the field of study of graduates.
- **Activities**: include the creation, transmission or use of S&T knowledge including research and development, innovation, and use of technologies.
- **Linkages**: are the means by which S&T knowledge is transferred among actors. Measures include the flow of graduates to industries, the licensing of a university's technology to a company, co-authorship of scientific papers, the source of ideas for innovation in industry.
- **Outcomes**: are the medium-term consequences of activities. An outcome of an innovation in a firm may be more highly skilled jobs. An outcome of a firm adopting a new technology may be a greater market share for that firm.
- **Impacts**: are the longer-term consequences of activities, linkages and outcomes. Wireless tele phony is the result of many activities, linkages and outcomes. It has wide-ranging economic and social impacts such as increased connectedness.

The development of these indicators and their further elaboration is being done at Statistics Canada, in collaboration with other government departments and agencies, and a network of contractors.

Prior to the start of this work, the ongoing measurements of S&T activities were limited to the investment of money and human resources in research and development (R&D). For governments, there were also measures of related scientific activity (RSA) such as surveys and routine testing. These measures presented a limited picture of science and technology in Canada. More measures were needed to improve the picture.

Innovation makes firms competitive and we are continuing with our efforts to understand the characteristics of innovative and non-innovative firms, especially in the service sector that dominates the Canadian Economy. The capacity to innovate resides in people and measures are being developed of the characteristics of people in those industries that lead science and technology activity. In these same industries, measures are being made of the creation and the loss of jobs as part of understanding the impact of technological change.

The federal government is a principal player in science and technology in which it invests over five billion dollars each year. In the past, it has been possible to say only *how much* the federal government spends and *where* it spends it. Our report **Federal Scientific Activities, 1998 (Cat. No. 88-204)** first published socio-economic objectives indicators to show *what* the S&T money is spent on. As well as offering a basis for a public debate on the priorities of government spending, all of this information has been used to provide a context for performance reports of individual departments and agencies.

As of April 1999, the Program has been established as a part of Statistics Canada's Science, Innovation and Electronic Information Division.

The final version of the framework that guides the future elaboration of indicators was published in December, 1998 (**Science and Technology Activities and Impacts: A Framework for a Statistical Information System,** Cat. No. 88-522). The framework has given rise to **A Five-Year Strategic Plan for the**

Development of an Information System for Science and Technology (Cat. No. 88-523).

It is now possible to report on the Canadian system on science and technology and show the role of the federal government in that system.

Our working papers and research papers are available at no cost on the Statistics Canada Internet site at http://www.statcan.ca/english/research/scilist.htm.

CONTACTS FOR MORE INFORMATION

Science, Innovation and Electronic Information Division

Director	Dr. F.D. Gault	(613-951-2198)
Assistant Director	Brian Nemes	(613-951-2530)
Assistant Director	Paul McPhie	(613-951-9038)

The Information System for Science and Technology Project

Chief, Indicators Development
Dr. Frances Anderson (613-951-6307)

Chief, Knowledge Indicators
Michael Bordt (613-951-8585)

Chief, Innovation
Daood Hamdani (613-951-3490)

Chief, Life Science Unit
Antoine Rose (613-951-9919)

Science and Innovation Surveys Section

Chief
Bert Plaus (613-951-6347)

Senior Project Officer
Don O'Grady (613-951-9923)

Senior Project Officer
Janet Thompson (613-951-2580)

FAX: (613-951-9920)

Research Papers

The Research Papers publish research related to science and technology issues. All papers are subject to internal review. The views expressed in the articles are those of the authors and do not necessarily reflect the views of Statistics Canada.

TABLE OF CONTENTS

Existing national statistics 1

The statistical definition of biotechnology 2

User requirements 2

Conclusion 5

References 6

ANNEX 1: List of responses to questionnaire sorted by country 9

ANNEX 2: Non-exhaustive list of external sites and publications 17

ANNEX 3: Non-exhaustive list of single biotech definitions 19

ANNEX 4: List of biotechnologies used in national surveys 23

INTERNATIONALLY COMPARABLE INDICATORS ON BIOTECHNOLOGY: A STOCKTAKING, A PROPOSAL FOR WORK AND SUPPORTING MATERIAL

Although work on measuring biotechnology is just beginning within a select number of countries, many policy makers and analysts are calling already for an international effort to co-ordinate this work so that the ensuing statistics and indicators maintain some level of international comparability. Given the early stage of this technology and all the other competing priorities for statistical work (*e.g.* on mature but important areas such as services), this demand may seem misplaced but it is reflective of 3 events that are quickly evolving on the world stage: 1) issues associated with the trade of goods and services that involve biotechnology; 2) the belief that biotechnology will be a source of economic growth and a factor that may determine the relative competitiveness of countries, and 3) the recognition that this technology is a "general purpose technology" where the impact will be felt widely across industries and countries, regardless of its origin. These issues imply that the nature of measurement needs to shift from private sector sources mainly concerned with market growth to public sources that can place biotechnology into a broader framework including international trade, innovation and productivity which entails the need to directly compare measures of biotechnology to other publicly generated data.

For these reasons and because it has been successful at co-ordinating the measurement of other conceptually and mechanically difficult areas such as research and development, innovation, and growth of the information society, the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) was asked to explore the feasibility of compiling statistics and generating indicators of biotechnology for its Member countries. With the support of the Government of Canada, this paper presents an initial stocktaking of the current state of methodological and statistical work on biotechnology by identifying existing national statistics, compiling a set of definitions currently in use and surveying user needs as identified in a number of countries. While somewhat descriptive, this stocktaking represents a foundation upon which future work to achieve international standards and measures can be built.

Existing national statistics

To help assess the availability of data in OECD Member countries, a questionnaire was sent to assess the availability of statistics and indicators, the methodology used in collecting this data (particularly the definition of biotechnology used) and quantitative analyses undertaken on biotechnology. While this questionnaire was sent to government officials who attend OECD working parties related to these issues, they were asked to provide responses to these inquiries regardless of whether or not this work was performed by a government agency. Replies were received from 21 member countries. A summary of replies is available in Annex 1.

The most common form of official data collection came in respect of R&D data collected as a part of their national R&D surveys. Five countries – Australia, Canada, Denmark, Japan and the Netherlands – collect data in this way. The data items available, however, are very limited as they generally only relate to R&D expenditures and the human resource input to that R&D. Only two countries have specific biotechnology firm surveys – Canada and France. A third, New Zealand, is proposing to undertake a similar survey, (Pattinson et al.(2000). These surveys are quite detailed and measure many data items about the structure and performance of the firms using biotechnology processes, producing biotechnology goods and services or undertaking biotechnology research.

A start-off practice, undertaken by some national statistical offices, has been to commission consulting firms to undertake national audits of the biotechnology industry. This has notably been the case for Australia (Ernst & Young), Canada (Ernst & Young) and France (Arthur Andersen). In the case of the latter two, the national statistical offices subsequently refined the commissioned surveys, narrowing the sampled population as well as the statistical questions.

Leading consulting firms such as Ernst & Young and Arthur Andersen have, for many years, been producing reports that track developments in specific countries. These publications generally have a fairly broad scope. Ernst & Young, in particular, has produced reports for Europe, the U.S., Germany and Belgium

(forthcoming – in conjunction with the Belgian Biotech Association). The US report is in its 14th year of publication and the European in its 7th year. These consultant firms also compile data on indicators such as venture capital in some countries.

Some of the more prominent pharmaceutical and agricultural corporations, (Monsanto, Wellcome, Dupont, etc.) also provide a range of information and indicators about biotechnology on their Internet web sites. A non-exhaustive list of relevant web sites and publications is given in Pattinson et al. (2000).

Most countries have national biotechnology associations. These associations provide a forum, to bring together all the players involved in the biotechnology community. These are important sources of information because they maintain registers or directories of public and private enterprises. Biotechnology associations often work co-operatively with public sector organisations to provide statistical information. In Australia, for example, the online 1999 Directory was produced jointly by the Australian Biotechnology Association Ltd and the Australian Government Department of Industry, Science and Resources. In Japan, the Japanese Bio-industry Association conducts its own survey measuring a range of statistical indicators including the value of biotechnologically produced goods.

The European Commission produced an inventory of public biotechnology programmes in all countries participating in the EU biotechnology 4th Framework programme 1994-1998 (17 countries). These reports present inventories of "specific aspects of each programme and other policy instruments by which biotechnology has been stimulated and additional information with respect to the national conditions, policies and impacts, etc".

Hungary and Finland have also conducted evaluations or "audits" of the biotechnology sectors that have enabled the compilation of some statistical indicators in those countries.

In addition to this directly collected data, there is other information that becomes available as a result of administrative records, most notably being patents data (from national and international Patents offices) and international trade data, generally coming available from national Customs offices.

The statistical definition of biotechnology

The definition of biotechnology used by responding countries varied considerably, but by and large consisted of two types – one based on a set of words which describe the processes referred to, called a "single" definition and a list-based definition. Examples of both are given in Pattinson et al. (2000) Each has its uses and both are required for different statistical purposes.

A broad definition is useful for measuring biotechnology using existing surveys on R&D or industrial activity generally. But in addition to a single broad definition, sub-classifications need to be developed to enhance the value of any statistical outputs that would be derived. Such classifications may be part of existing classifications used in existing statistical practices, such as standard industrial classifications or socio-economic classifications, or may need to be developed specifically to enhance the understanding of biotechnology. This issue needs to be further taken up in the development of an overall statistical framework that incorporates, *inter alia*, definitions, data items and classifications.

The list approach is used in diffusion surveys such as those conducted by Canada and France. In general these list use a detailed set of biotechnological process, but they need to be sufficiently flexible, generic and broad, as growth in biotechnologies is so rapid that any fixed list would be quickly rendered obsolete.

User requirements

A prerequisite for the development of internationally comparable indicators is the preparation of a set of user requirements, specifying the policy issues which needed to be addressed and the indicators that might be useful for that assessment. An initial list could include the following indicators, each of which are discussed briefly below:

- R&D, innovation and linkages between sectors in national innovation systems.
- Human resources devoted to biotechnology.
- Stock of biotechnology human resources.
- Patents and citations.
- Venture capital.
- Biotechnology diffusion.
- Production and trade in biotechnology products.
- Structural information about biotechnology firms
- Business start-ups.

R&D, innovation and linkages between sectors in national innovation systems

This is a key area for biotechnology statistics. It is important to know about the amount of R&D that is being carried out, who is conducting it, who is funding the R&D, the purposes of the R&D, and similar indicators. Further it is important to understand how this R&D leads to innovation, in the form of new products and processes.

As with most R&D statistics, data is required about the expenditure on such R&D (and innovation) and the human resource inputs to it. It is also important to understand the linkages between the R&D, and the R&D firms, and other aspects on the innovation systems occurring within Member countries. In particular, the linkages between the different institutional sectors need to be identified and measured, particularly if these links extend beyond a country's borders.

One mechanism for integrating the measurement of into R&D and innovation surveys is to include it in the *Frascati (OECD 93)and Oslo (OECD 97)* Manuals, that respectively set measurement guidelines for OECD Member countries in the areas of R&D and innovation.

Human resources devoted to biotechnology

Indicators on human resources devoted to biotechnology are among the most difficult to compile. While there can be indicators relating to human resources inputs to R&D and innovation coming from those type of collections, this omits any requirement for human resources involved in the application of biotechnology within industrial and other processes. These are potentially available from technology use surveys and hence it may be necessary to combine data from a range of collections if one is to develop an accurate measure of total human resources devoted to biotechnology. Of course taking data from different sources leads to potential problems with overlap and gaps between them.

Stocks of biotechnology human resources

Human resources qualified in biotechnology, but not necessarily in a scientific or biotechnology occupation, require data from different sources. Some countries have Population Censuses that are able to provide such data; these of course tend to be very infrequent data points. Other countries have population (or household) surveys that can also be used for such purposes but often the data from these is unavailable at that level of detail. In other countries there is data available from administrative records. The OECD and Eurostat have jointly developed a statistical manual (the Canberra Manual (OECD 95)) which aims to address this question for highly qualified people in general; the revision of this manual may provide an opportunity to include a demand for such data in the revision of that Manual.

Patents and citations

There seems to be a demand for patents and citations data in respect of biotechnology processes. There is a significant body of data that is available from national and international Patent Offices and these ought to be used to provide indicators. The OECD Patent Manual (94) provides guidelines on compiling and interpreting the data.

Venture capital

Venture capital is an important determinant of the biotechnology industry and business start-ups in biotechnology. There is very little official information available; however, there is a considerable body of statistics which are put together from private sources.

Biotechnology diffusion

This is a most important aspect of a framework for biotechnology statistics; there are examples of such surveys from Canada and France and shortly from New Zealand. Within such surveys it is possible to address many of the user requirements for statistics on biotechnology. However they are by nature one-off and quite expensive to conduct. Thus while such surveys are an integral part of an overall framework, they need to be supplemented by other options.

Production and trade in biotechnology products

The measurement of trade and local production in biotechnology products is a more difficult statistical issue. There are no readily-available lists of firms that undertake the production of biotechnology produced goods; clearly there are some industries that can be targeted for the measurement of relevant products and this might be an acceptable approach. International trade, however, is a much more difficult issue. International trade in products is generally measured via administrative records and these are unlikely to be suitable for use in identifying trade in biotechnologically produced goods, at least in the short to medium term.

Business start-ups

Business start-ups is an indicator that is frequently used, particularly to measure the growth of new emerging "industries". It is however one which is very difficult to measure, as most countries have significant difficulty measuring business start-ups in general. Nevertheless it is an area which is of great importance from a political viewpoint and needs to be incorporated into an overall statistical framework.

Structural information about biotechnology firms

Much "political" debate goes on about the size of the biotechnology industry; but is there such an industry? Generally in standard industrial classifications businesses are classified to an industry on the basis of their outputs and their production processes. So, logically, there is no industry classification which specifically identifies biotechnology, as this a process. The outputs of a business are not split between whether they are biotechnologically produced, or otherwise.

Thus while it may not be possible to define a biotechnology industry in the normal way, there will be a demand for information about the overall size of the sector which is involved in biotechnology and this will need to be accommodated in the overall framework.

Conclusion

Work to date has shown that there is very little data on biotechnology available from national statistical sources, with the exception of Canada and to a lesser extent, France. While this severely limits the nature of analysis that can be undertaken, it does present a good opportunity for countries contemplating the collection of biotechnology statistics to benefit from the experience of these leading countries, which in turn should ensure a greater degree of international comparability. By sharing experiences on what works and does not, a solid set of data can be constructed internationally that can be used to analyse the various issues that will be associated with this technology. Even though statistical work is at an embryonic stage in individual countries, it is important that an international dimension be initiated now as well. This will avoid the situation where we now find ourselves in the area of indicators for the information society where 20 years after the invention of the PC we still do not internationally comparable indicators of ownership and use of PCs in households. While not a resource free proposition, if initiated soon, this work will be far less costly than if launched 20 years hence.

References

(1) System of National Accounts, 1993 – Eurostat, IMF, OECD, UN, World Bank.

(2) OECD/Eurostat, (1997), Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data – Oslo Manual, Paris/Luxembourg, OECD/Eurostat.

(3) OECD, (1993), Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Development – The Frascati Manual, Paris, OECD.

(4) Australian Standard Research Classification (ASRC), 1998 – Australian Bureau of Statistics, Cat No 1297.0.

(5) OECD, (1994), Using Patent Data as Science and Technology Indicators – Patent Manual, Paris, OECD.

(6) OECD, (1995), The Measurement of Human Resources Devoted to S&T – Canberra Manual, OECD/GD(94)114, Paris, OECD.

ANNEXES

ELECTRONIC PUBLICATIONS AVAILABLE AT
www.statcan.ca

ANNEX 1: LIST OF RESPONSES TO QUESTIONNAIRE SORTED BY COUNTRY

The following is a summary of the results of the questionnaire distributed by the OECD in October 1999. We have included the definition of biotechnology used in the survey. Only when respondents made direct reference to the national biotechnology associations are those mentioned in this section.

AUSTRALIA

Australian Bureau of Statistics (ABS), by means of the R&D survey, collects some data on biotechnology. The data are for the Fields of Research: 060300, Industrial Biotechnology and Food Sciences and 080200, Genetics, Molecular Biology and Biotechnology. Data are collected for R&D expenditure and human resources in Business Enterprise, Higher Education, Private-Non-Profit and Government sectors.

ABS has done little on biotechnology to date. Neither the old (FOR) or new (RFCD) classifications clearly identify biotechnology. The latter goes further in that a separate group has been set up under Biological Sciences, although biotechnology is also covered in a number of other fields.

The Department of Industry, Science and Resources (ISR) has made some progress. They have set up a separate area, Biotechnology Australia, which has generated an Australian Biotechnology Directory and also an Australian Biotechnology Report. Both are available on their website http://biotech.isr.gov.au

The Directory was produced in association with the Australian Biotechnology Association (http://www.aba.asn.au).

The Australian Biotechnology Report was jointly produced by Ernst & Young and ISR and follows the style of reports produced by Ernst & Young overseas (e.g. for Canada).

Definition: "Biotechnology" means any technological application that uses biological systems, living organisms, or derivatives thereof, to make or modify products or processes for specific use. Biotechnology is simply the use of micro-organisms, and plant and animal cells, to produce materials such as food, medicine and chemicals that are useful to mankind.

CANADA

Statistics Canada collects a wide array of statistics on biotechnology by means of a biotechnology firm survey. Canada is developing a new survey to be released shortly.

Several variables are also collected at the provincial level. A list of variables currently covered by their survey can be provided on request.

Publications:

"Biotechnology Use by Canadian Industry – 1996", Working Paper ST-98-05.

"Diffusion of Biotechnologies in Canada", Research Paper No. 6.

"Canadian Biotechnology '98; Success from Excellence", BIOTECanada.

"Biotechnology Scientific Activities in Federal Government Departments – 1997-98", Vol.22, No.4.

"Biotechnology R&D in Canadian Industry – 1995", Vol.21, No.11.

"Canadian Biotechnology Statistics", CBS Theme 9.

Sites:

http://www.statcan.ca/english/research/scilist.htm.
French version: http://www.statcan.ca:80/francais/concepts/science_f.htm.
http://strategis.ic.gc.ca.

Definition: Rather than defining biotechnology Canada has established a list of 22 biotechnologies:

Category: Human Health - Bio	Category: Food Processing	Category: Forest Products
1. Diagnostics (e.g.immunodiagnostics, gene probes, biosensors)	9. Bioprocessing (e.g. using enzymes and bacteria culture)	16. Silviculture (e.g. ectomycorrhizae, tissue culture, somatic embryogenesis, genetic markers, genetic engineering)
2. Therapeutics (e.g. vaccines, immune stimulants Biopharmaceuticals, rational drug design, drug delivery, combinatorial chemistry)	10. Functional Foods/Nutriceuticals (e.g. probiotics, unsaturated fatty acids)	17. (Cleaner) Industrial Bioprocessing (e.g. biopulping, bioleaching, biological prevention of sapstain)
3. Gene Therapy (e.g. gene identification, gene constructs, gene delivery)	**Category: Aquaculture**	**Category: Environment**
vCategory: Bio-informatics	11. Fish health (e.g. diagnostics, therapeutics)	18. Biofiltration (e.g. treatment of organic emissions to air/water)
4. Genomics and Molecular Modelling (e.g. DNA/RNA/protein sequencing & databases for humans, plants, animals and microorganisms)	12. Broodstock genetics (e.g. tracking superior traits, genetic modification / engineering)	19. Bioremediation and Phytoremediation (e.g. cleanup of toxic waste sites using microorganisms)
Category: Ag - Bio	13. Bioextraction (e.g. karageenan from seaweed, antifreeze proteins from fish, flavours)	20. Diagnostics (e.g. detection of toxic substances, using bioindicators, biosensors, immunodiagnostics)
5. Plant Biotechnology (e.g. tissue culture, embryogenesis, genetic markers, genetic engineering)	**Category: Mining/Energy/Petroleum/Chemicals**	**Category: Other**
6. Animal Biotechnology (e.g. diagnostics, therapeutics, embryo transplantation, genetic markers, genetic engineering)	14. Microbiologically enhanced petroleum/mineral recovery	21. Custom synthesis- chemical or biological (e.g. peptides, proteins, nucleotides, hormones, growth factors, biochemicals
7. Biofertilizers/Biopesticides/Bioherbicides/Biological Feed Additives/Microbial pest control (e.g. bacteria fungi, yeasts)	15. (Cleaner) Industrial Bioprocessing (e.g. biodesulphurization, bio-cracking, bio-recovery)	22. Other (please specify)
8. Non-Food Applications of Agricultural Products (e.g. fuels, lubricants, commodity and fine chemical feedstocks, cosmetics)		

DENMARK

As of 1991, the Danish Institute for Studies in Research and Research Policy (http://www.afsk.au.dk) started collecting biotechnology data from the public and private sectors as a part of the national R&D survey. The variables covered include R&D units, R&D personnel, R&D expenditure and R&D cost. Data available for: 1991-97.

Definition: No explicit definition is given in the national R&D questionnaire.

FINLAND

Statistics Finland does not collect data on biotechnology, however the Academy of Finland has produced a background document on the "Evaluation of Molecular Biology and Biotechnology Research" (1996).

Finnish Bio-industries (http://www.finbio.net) produces an "Index of Biotechnology Companies, Organisations and Science Centres in Finland" (1999).

FRANCE

MENRT (Ministère de l'éducation nationale, de la recherche et de la technologie — Bureau des études statistiques sur la recherche) — does not collect biotechnology statistics as a part of its R&D survey but intend to do so in future surveys. They have developed a biotechnology firm survey in collaboration with INRA (Institut National de la Recherche Agronomique). Prior to this survey MENRT commissioned a study by Arthur Andersen to set up a register of enterprises.

Data collection for this survey began in 1999. France counts approximately 1000 biotechnology units of which approximately 700 are public academic laboratories and the remainder private enterprises. The survey was sent out to these labs and enterprises, and an area was set up on the web so that the questionnaire could be filled in electronically.

Site:

http://www.education.gouv.fr/technologie/biotec/somm.htm.

Definition: Rather than defining biotechnology France has established a list of 35 biotechnologies (available in French only at present):

Amplification de gènes - PCR	Enzymologie	Modélisation moléculaire
ADN recombinant	Fermentation	Molécules antisens
Anticorps monoclonaux	Fonctionnalisation des gènes	Pharmacogénomique
Bioinformatique	Galénique	Protéomique
Bioprocess	Hormones et facteurs de croissance	Purification/séparation
Biopuces	Hybridation, fusion cellulaire	Séquençage
Bio-réacteur	Ingénierie des glucides	Synthèse des molécules
Chimie chirale	Ingénierie des lipides	Système de délivrance (vecteurs)
Chimie combinatoire	Ingénierie des protéines	Traitements des produits et substituts sanguins
Contrôle des procédés	Ingénierie des tissus	Transgénèse
Criblage de molécules haut débit	Instrumentation	Autres : préciser :
Culture des tissus ou des cellules	Isolation de peptides et synthèse	

JAPAN

In 1995, the Statistics Bureau, Management and Co-ordination Agency of the Government of Japan incor- porated an R&D Survey on Life Sciences. This survey includes questions on the number of persons engaged in gene recombination (rDNA) R&D as well as expenditure.

The Japan Bio-industry Association (JBA) has a survey on the biotech industry. This survey covers the number of companies, revenues, employees and R&D. (http://www.jba.or.jp)

The JAPIO (Japan Patent Information Organisation) database PATOLIS also provides data on biotechnology Patent applications (ICP categories: AO1G, AO1H, A61K, C12N, C12P, and C12Q; aggregate of patents and petty patents). (http://www.european-patent-office.org/espacenet/help/paj/data1.htm).

Nikkei Biotechnology (http://biotech.nikkeibp.co.jp) published a document that covers biotechnology developments in Japan. An English version can be found at http://www.dfait-maeci.gc.ca/ni-ka/scitech/biotech-e.asp.

Definition: The definition of a company using biotechnology in this survey is wide, because the target of the survey was not limited to the products employing modern biotechnology, but also extended into the areas of brewing and fermented products from the old biotechnology area.

NETHERLANDS

An R&D survey is sent out by Central Bureau of Statistics (CBS) to enterprises and research institutes. Every other year the break down of R&D-full-time-equivalents into technology fields is requested; one of them being biotechnology.

NEW ZEALAND

The Ministry of Research, Science and Technology is in the process of developing a questionnaire to be sent out in May-June 2000.

MEXICO

Dr. Rodolfo Quintero-Ramirez, from the Institute of Engineering at the National University of Mexico, published a paper called "Biotechnology in Mexico: a retrospective reflection 1982-1997" in a Journal entitled: "Biotecnologia" Vol. 3, No. 3, p. 133-172, September 1998. This document is in Spanish. The method used to obtain the data included in the paper were visits to the research groups and consultations of web pages of each research centre.

SPAIN

CINDOC-CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Cientificas Centro de Informacion y Documentacion CIENTIFICA) has published a catalogue of "Spanish Research groups and enterprises working in Biotechnology 1997." It was published as a book and a CD-ROM and includes information on the technologies used by 766 groups and approximately 150 enterprises.

SWEDEN

NUTEK (Swedish National Board for Industrial and Technical Development) is working on a report using bibliometric and patent data in order to analyse the Swedish Biotechnology cluster.

UNITED STATES

Biotechnology data is not available from official statistics. The National Science Foundation (NSF) is not able to document industry's biotechnology activities for a variety of reasons, the most important being that biotechnology is not a separate industry code in its Standard Industrial Classification. This year the Census (the collection agent for the source survey of industrial R&D expenditure data) is going to conduct a special study to determine where the biotechnology companies are classified. Many are classified in the pharmaceuticals industry (283), some are in Research, development and testing services (SIC 873) and some are elsewhere. Unfortunately, the "old" industrial classification codes as well as the new NAICs industrial classification system, to be implemented beginning with statistics for 1999, also do not have any discrete industry listings for biotechnology firms—another reason for undertaking the special study with the Census.

Patent data

U.S. Patent and Trademark Office (http://www.uspto.gov) periodically identifies patent classes associated with biotechnologies and reports patent activity by U.S. and foreign resident inventors. NSF/SRS did fund a study of international patent activity (performed by Mogee Research & Analysis Associates) in several technology areas using the Derwent World Patent Index Database. Biotechnology was one of the areas examined with patent activity in genetic engineering used as a representative of biotechnology. Those data were presented in *Science & Engineering Indicators—1998* and in a separate issue brief released by this Division.

Trade data

The U.S. Census Bureau (http://www.census.gov/foreign-trade/www/sec2.html#hs) reports on U.S. trade in biotechnology in its database on Advanced Technology Products. Those data have been reported in Science & Engineering Indicators and in other publications.

Advanced Technology Products (ATP).

Approximately 500 of the Harmonised Tariff Schedule of the United States Annotated for Statistical Reporting Purposes (HTSUSA) and Schedule B commodity classification codes used in reporting U.S. imports and exports are identified as "advanced technology" codes that must meet the following criteria:

The code contains products whose technology is from a recognised high technology field (e.g., biotechnology).

- These products represent leading edge technology in that field.
- Such products constitute a significant part of all items covered in the selected classification code.

This product and commodity-based measure of advanced technology differs from broader SIC industry-based measures which include all commodities produced by a particular industry group, regardless of the level of technology embodied in the commodities.

HTSUSA is the U.S. import version of the Harmonised System.

Non-government biotechnology data collection

Biotechnology R&D data available from the Biotechnology Industry Organisation (a trade association for biotechnology firms). http://www.bio.org/welcome.html.

Biotechnology firm data (counts and research focus) from the Institute for Biotechnology Information (Research Triangle Park database). http://www.biotechinfo.com/.

Venture capital funds: Venture Economics, Inc, Newark New Jersey, a private data collector that compiles data on the U.S. venture capital industry. It classifies much of those data by technology areas, one of which is biotechnology. NSF/SRS routinely purchases data from this company and reports those data in a variety of publications.

Newly formed companies already operating by technology areas: CorpTech Directory of Technology Companies, located in Woburn, Mass., maintains a somewhat incomplete database of new technology companies operating in the U.S. Biotechnology is one of the technology areas listed in its classification system.

EUROPEAN COMMISSION

The European Commission has published two volumes of country studies.

"The volumes present an inventory of publicly-funded biotechnology R&D stimulation programmes in 17 European countries. The work was limited to public research, including charities, hence ignoring research carried out at universities and private laboratories. Aspects of technology transfer between the public and private sector, however, are presented briefly.

It is understood that such a complex work (by matter as well as by scope) can never be perfect. The information given is as good as the informants. The national presentation, despite utmost efforts of structuring and harmonising, does not really allow comparisons at international level".

(European Commission, Inventory of public biotechnology R&D programmes in Europe: Volume 1 Analytical report, 1999 EUR 18886/1 EN)

Each national file is structured as follows:

- Background: setting the national scene.
- The national system for biotech funding: policy and instruments.
- National competencies and priorities.
- Public and private biotech infrastructure.
- References and people interviewed.

These national files are an invaluable source of information and could prove useful in the early stages of this project.

Publications:

"Inventory of Public Biotechnology R&D Programmes in Europe - 1999": an analytical report.

"Inventory of Public Biotechnology R&D Programmes in Europe: National Reports Volume 1. - 1999".

"Inventory of Public Biotechnology R&D Programmes in Europe: National Reports Volume 2. - 1999".

Site: *http://europa.eu.int/comm/dg12/biotech/biot-pg-pdf.html.*

Definition: "The widely recognised OECD definition of biotechnology (The application of scientific and engineering principles to the processing of materials by biological agents to provide goods and services) together with the European Federation of Biotechnology one ("The integrated use of natural sciences and engineering sciences by the application of biosystems — cells of microbial, plant and animal origin, parts thereof and molecular analogues — in bioindustries") have been used. However, some Member States might have applied different concepts, reflecting the various ways biotechnology is used in each country.

(EC, DGXII, Biotechnology R&D in Europe: National Files, 1996).

ELECTRONIC PUBLICATIONS AVAILABLE AT
www.statcan.ca

ANNEX 2: NON-EXHAUSTIVE LIST OF EXTERNAL SITES AND PUBLICATIONS

The following section provides an overview of the types of sites that are accessible to the wider public as well as reports prepared by consulting firms. This list is by no means complete or sorted in any particular order. The descriptive paragraph that follows each website reference has been drawn directly from the respective sites.

http://www.ey.com/

Ernst & Young consulting has produced numerous reports that track developments in the biotechnology field. These publications include statistical data. They have produced reports for Europe, the U.S., Germany and Belgium (forthcoming - in conjunction with the Belgian Biotechnology Association) as a "marketing leadership initiative to demonstrate our commitment to the sector and our knowledge of the sector." The US report is in its 14th year of publication and the European in its 7th year.

Publications:

Ernst &Young LLP, *Bridging the Gap*, 1999 (USA).

Ernst &Young, Australian Biotechnology Report 1999, 1999.

Ernst &Young LLP, *European Life Sciences*, 1999.

Ernst &Young LLP, *New directions '98*, 1998 (USA).

Ernst &Young, Germany's Biotechnology Takes Off in 1998, 1998.

Ernst &Young LLP, *European Life Sciences*, 1998.

Ernst &Young LLP, Canadian Biotech '97, Coming of Age, 1997.

Definition: "The Ernst & Young definition of so-called "Entrepreneurial Life Sciences Companies" (ELISCO), that is commercial companies whose main business purpose is to research, develop and sell products, technologies and services on the basis of modern biotechnology. The fields of application lie in the field of healthcare (therapeutics and diagnostics), agriculture, food, biotechnology fine chemicals and basic goods production as well as environmental protection. These sectors are generally referred to collectively as the "Life Sciences Industry."

Modern biotechnology means all innovative methods, processes or products which mainly involve the use of living organisms or their cellular and sub-cellular components and which use research results in the field of biochemistry, molecular biology, immunology, virology, microbiology, cell biology or environmental technology and process engineering within the framework of a causative interpretation".

(E&Y, Germany's Biotechnology Takes Off in 1998, 1998).

http://www.arthurandersen.com/

Arthur Andersen produced a report on the United Kingdom Biotechnology Industry in 1997.

Publications:

(Arthur Andersen, UK Biotech '97 - Making the Right Moves, 1997).

Definition: Biotechnology is defined as "those companies whose primary commercial activity depends on the application of biological organisms, systems or processes".

(Arthur Andersen, UK Biotech '97 - Making the Right Moves, 1997).

http://www.biotechknowledge.com/

The Knowledge Center, sponsored by Monsanto. This site is an evolving collection of news items, technical reports, fact sheets, speeches and other documents. The site assembles material representing many varying points of view. The principal aim is to promote a deeper understanding of food biotechnology and other life sciences and the many issues associated with them.

http://www.nuffield.com/bioethics/

New developments in medicine and biology raise important ethical issues. The Nuffield Council on Bioethics is required, in its terms of reference, to consider these issues.

The Nuffield Council on Bioethics is an independent body established by the Trustees of the Nuffield Foundation in 1991. The Council is jointly funded by the Nuffield Foundation, The Wellcome Trust and the Medical Research Council.

http://www.biocompass.com/

Biotechnology Transfer Services (BTS), established in 1986, is a US-based management consulting firm providing global biotechnology business development services, with historical emphasis in Asia-Pacific and the US. Recent expansion now provides for coverage of Europe.

http://www.biocentury.com/

Newsletters, conferences and research services, analysis, interpretation and commentary relating to biotechnology industry development, corporate strategy and shareholder value. This site also provides a page of biotechnology links to industry organisations, government agencies, press release sources, financial resources, newsgroups and scientific journals.

http://www.oecd.org/ehs/biolinks.htm#National Biotechnology Web Sites

This site includes a list of links to Other Biotechnology or Biosafety Resources on the Web.

http://www.dfait-maeci.gc.ca/

Canadian Department of Foreign Affairs and International Trade has documents on biotechnology in different countries: Australia, Japan (http://www.dfait-maeci.gc.ca/ni-ka/scitech/biotech-e.asp), Germany, Ireland, Korea, Mexico, the United Kingdom, the United States, etc.

ANNEX 3: NON-EXHAUSTIVE LIST OF SINGLE BIOTECH DEFINITIONS

AUSTRALIA

"Biotechnology" means any technological application that uses biological systems, living organisms, or derivatives thereof, to make or modify products or processes for specific use. Biotechnology is simply the use of micro-organisms, and plant and animal cells, to produce materials such as food, medicine, and chemicals that are useful to mankind.

CANADA

Biotechnology has been defined [Agriculture and Agri-Food Canada. Regulation of Agricultural Products of Biotechnology, August 31, 1993.] as "the application of science and engineering to the direct or indirect use of living organisms, or parts or products of living organisms, in their natural or modified forms".

DENMARK

"No definition is given in the national R&D questionnaire. The reason is that the whole question relates to topics on the R&D agenda at the specific time of the survey, and at the given time when it is included in the R&D questionnaire "everyone" in the scientific field knows the issue from the debate and the programme announcements."

FRANCE

Les biotechnologies — technologies pour et par le vivant — visent à améliorer la santé de l'homme et son environnement naturel et nutritionnel.

Biotechnologies — technologies for and by living organisms — aim to improve well being of mankind as well as his nutritional and natural environment.

JAPAN

The definition of a company using biotechnology in this survey is wide, because the target of the survey was not limited to the products employing modern biotechnology, but also extended into the areas of brewing and fermented products from the old biotechnology area.

NETHERLANDS

The science of the production processes based on the action of micro-organisms and their active components, and of production processes involving the use of cells and tissues from higher organisms — A Dutch Perspective, 1981.

NEW ZEALAND

New Zealand Biotechnology Association defines modern biotechnology as the "Application of scientific and engineering principles to the processing of material by biological agents and the processing of biological materials to improve the quality of life by isolating, modifying and synthesising the genetic instructions responsible for actual biological processes."

UNITED KINGDOM

UK Dept of industry — Biotechnology is the application and exploitation of biological organisms, systems and processes.

UNITED STATES

"Any technique that uses living organisms, or substances from those organisms, to make or modify a product or process, to improve plants or animals, or to develop micro-organisms for specific uses". The collection of industrial processes that involve the use of biological systems. The use of living organisms or their components in industrial processes — OTA Report 1981.

Perhaps unique among industries, biotechnology is not defined by its products but by the technologies used to make those products. Biotechnology refers to a set of enabling technologies used by a broad array of companies in their research, development, and manufacturing activities. To date, these technologies have been used primarily by the pharmaceutical industry, but they are being used increasingly by a variety of other industries, such as agriculture, mining, and waste treatment. Various U.S. government publications have defined biotechnology as a set of techniques that use organisms or their cellular, subcellular, or molecular components, to make products or modify plants, animals, and micro-organisms to carry desired traits. This broad definition includes methods of treating disease developed from recent research in molecular biology and other fields, as well as the centuries-old practices of animal and plant breeding and the use of micro-organisms to make leavened bread and fermented beverages. Advances in molecular biology over the past 25 years have led to the development of genetic engineering, monoclonal antibody technologies, DNA amplification, protein engineering, tissue engineering, and other methodologies with applications in the medical arena. These new techniques have enabled researchers to modify the genetic and biochemical makeup of organisms with far greater precision and speed.

(U.S. Department of Commerce, Office of Technology Policy, *Meeting the Challenge: U.S. Industry Faces the 21st Century - The U.S. Biotechnology Industry*, 1997).

OECD

"Biotechnology is the application of scientific and engineering principles to the processing of materials by biological agents to provide goods and services." (OECD, Biotechnology: International Trends and Perspectives, Paris, 1982).

EC

"The widely recognised OECD definition of biotechnology (The application of scientific and engineering principles to the processing of materials by biological agents to provide goods and services) together with the European Federation of Biotechnology one ("The integrated use of natural sciences and engineering sciences by the application of biosystems — cells of microbial, plant and animal origin, parts thereof and molecular analogues — in bioindustries") have been used. However, some Member States might have applied different concepts, reflecting the various ways biotechnology is used in each country.

(EC, DGXII, *Biotechnology R&D in Europe: National Files*, 1996).

ERNST & YOUNG

"The Ernst & Young definition of so-called "Entrepreneurial Life Sciences Companies" (ELISCO), that is commercial companies whose main business purpose is to research, develop and sell products, technologies and services on the basis of modern biotechnology. The fields of application lie in the field of healthcare (therapeutics and diagnostics), agriculture, food, biotechnology fine chemicals and basic goods production

as well as environmental protection. These sectors are generally referred to collectively as the "Life Sciences Industry."

Modern biotechnology means all innovative methods, processes or products which mainly involve the use of living organisms or their cellular and sub-cellular components and which use research results in the field of biochemistry, molecular biology, immunology, virology, microbiology, cell biology or environmental technology and process engineering within the framework of a causative interpretation."

(E&Y, Germany's Biotechnology Takes Off in 1998, 1998).

ARTHUR ANDERSEN

Biotechnology is defined as "those companies whose primary commercial activity depends on the application of biological organisms, systems or processes."

(Arthur Andersen, UK Biotech '97 — Making the Right Moves, 1997).

ELECTRONIC PUBLICATIONS AVAILABLE AT
www.statcan.ca

ANNEX 4: LIST OF BIOTECHNOLOGIES USED IN NATIONAL SURVEYS

CANADA

List of 17 biotechnologies used for the Biotechnology Firm Survey - 1997.
(The Canadian Industry Survey - 1996 - had a list of 22 biotechnologies).

DNA Based

- Genetic Engineering
- Gene Probes
- Bio-informatics / Genomics / Pharmacogenetics
- DNA Sequencing / Synthesis / Amplification
- Gene Therapy

Biochemistry / Immunochemistry Based

- Vaccines / Immune Stimulants / Drug Design & Delivery / Combinatorial Chemistry
- Diagnostic Tests / Antibodies
- Peptide / Protein Sequencing or synthesis
- Cell Receptors / Cell Signalling / Pheroemones / Three dimensional Molecular Modelling / Structural Biology
- Biosensors
- Biomaterials
- Microbiology / Virology / Microbial Ecology

Bioprocessing Based

- Cell / Tissue / Embryo Culture & Manipulation
- Fermentation / Bioprocessing / Biotransformation / Bioleaching / Biopulping / Biobleaching / Biodesulphurization
- Extraction / Purification / Separation
- Bioremediation / Phytoremediation / Biofiltration / Bioindicators
- Natural Products Chemistry
- Others (Please specify)

FRANCE

In its biotechnology firm survey France has established a list of 35 biotechnologies (available in French only at present):

Amplification de gènes - PCR	Enzymologie	Modélisation moléculaire
ADN recombinant	Fermentation	Molécules antisens
Anticorps monoclonaux	Fonctionnalisation des gènes	Pharmacogénomique
Bioinformatique	Galénique	Protéomique
Bioprocess	Hormones et facteurs de croissance	Purification/séparation
Biopuces	Hybridation, fusion cellulaire	Séquençage
Bio-réacteur	Ingéniérie des glucides	Synthèse des molécules
Chimie chirale	Ingéniérie des lipides	Système de délivrance (vecteurs)
Chimie combinatoire	Ingéniérie des protéines	Traitements des produits et substituts sanguins
Contrôle des procédés	Ingéniérie des tissus	Transgénèse
Criblage de molécules haut débit	Instrumentation	Autres : préciser :
Culture des tissus ou des cellules	Isolation de peptides et synthèse	

NEW ZEALAND

In its biotechnology firm survey New Zealand has a single definition as well as a list of 55 biotechnology processes.

DNA: BASED:TECHNOLOGY USING CHEMISTRY OF DNA AS A MAJOR COMPONENT

1. Genetic Engineering / Recombinant DNA: The manipulation of an organism's genetic material by introducing or eliminating specific genetic changes through modern molecular biology techniques.
2. Gene Probes: A section of DNA or RNA of known structure or function which is marked with a radioactive isotope, dye or enzyme that can be used to detect the presence of a similar sequence from any biological material.
3. Bio-informatics: Computer-based analysis of biological information (bio-info), especially genomics and molecular modelling (*e.g.* DNA/RNA/ protein sequencing and databases for genes of humans, plants, animals and micro-organisms).
4. Pharmacogenetics: The study of the genetics of drug production, action or assimilation.
5. Genomics: The use and organisation of information of biological interest, including the construction and analysis of genes that may be used to search for new genes of interest, matching existing genes etc.
6. DNA Sequencing: A method to determine the order of nucleotides on a gene or DNA fragment.
7. DNA Synthesis: Design and synthesis of a DNA molecule from existing information of its constituent bases.
8. DNA Amplification: Process of increasing the number of copies of a particular gene of chromosomal sequence.

9. Gene therapy: Replacement of a defective gene in an organism suffering from a genetic defect.
10. Rational drug design: Analysis of the structures of active sites of enzymes and receptors in order to design pharmocologically active synthetic molecules.
11. Other (Please specify).

BIOCHEMISTRY / IMMUNOCHEMISTRY BASED: TECHNOLOGY WHICH UTILISES IMMUNOCHEMISTRY / ANTIBODIES OR ENZYMES AS A MAJOR COMPONENT

12. Vaccines: The agent containing antigens produced from killed, attenuated or live pathogenic micro-organisms or their genetic material used to stimulate the immune system to protect the host.
13. Immune Stimulants: Compounds that induce the immune system to produce antibodies or antibody containing lymphocytes.
14. Combinatorial Chemistry: An approach to chemical synthesis that enables the creation of large numbers of organic compounds by putting chemical building blocks together in every possible combination. It is used to synthesise novel compounds, which are screened, or tested, against biological targets as part of the drug discovery process.
15. Drug Design and Delivery: Development of drugs where the raw materials and/or processes involve the use of biotechnology.
16. Diagnostic Tests: A test used to determine the source of a problem or a method of determining the nature of a disease by analysing the symptoms.
17. Peptide / Protein Synthesis: Procedure to link two or more amino acids joined by a linkage called a peptide bond.
18. Peptide / Protein Sequencing: The process of determining the sequence of a polypeptide or cluster of polypeptides, or the process of creating a new substance from precursor molecules.
19. Cell Receptors: Functional proteinaceous structures found in the membrane (surface) of cells that tightly bind specific molecules (organic, protein or viruses).
20. Cell Signalling: The mechanism used by cells to induce or trigger events at remote sites within cells.
21. Bio-sensing: Use of biological molecules (e.g. enzymes, antibodies) in conjunction with a transducer to low level detection of substances such as sugars and proteins in body fluids, pollutants in water, etc.
22. Pheromones: Compounds emitted by insects and spread through the air for the purpose of attracting the opposite sex.
23. Three Dimensional Molecular Modelling: Description of the characteristics of molecules through a 3D spatial representation.
24. Structural Biology: The study of the three dimensional structures of biological molecules (such as proteins) and their mutual interactions as a means of understanding the functions of these molecules within the cell.
25. Antigens: A substance that stimulates the production of specific neutralising antibodies in an immune response. Any chemical substance, usually protein that interacts with an antibody.
26. Monoclonal Antibodies: A monoclonal antibody is a highly specific antibody which is derived from a line of specialised cells and which recognises only one specific complimentary antigen.
27. Antibodies: Proteins that circulate in the blood stream and bind to foreign invading substances (antigens e.g. bacteria, toxins, certain viruses) with a great deal of specificity.
28. Microbiology / Microbial Ecology: Study of organisms that are too small to be seen with the naked eye.
29. Biomaterials: Any biologically derived material which is used for its material properties rather than its biological properties.
30. Other (Please specify)

ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGIES: BIOTECHNOLOGIES USED FOR POLLUTION CONTROL

31. Bioaugmentation: The process of increasing the efficiency of the naturally occurring microbial population to concentrate or accumulate specific compounds. This is usually achieved by adding nutrients, oxygen or water.
32. Bio-reactors: Enclosed containers in which micro-organisms are maintained under controlled conditions for the purpose of creating or destroying specific compounds.
33. Biological Gas Cleaning: The use of micro-organisms to breakdown or degrade hazardous substances in a gas stream into less hazardous or non-toxic substances.
34. Bio-remediation: The use of naturally occurring or genetically modified micro-organisms to breakdown or degrade hazardous substances into less hazardous or non-toxic substances.
35. Phytoremediation: The use of plants to treat or clean environmental pollution.
36. Other (Please specify).

BIOPROCESSING BASED: PROCESSING OF ANY NATURAL MATERIAL OF BIOLOGICAL ORIGIN

37. Cell Culture: A population of cells grown for microbiological testing, cell culture development or in fermenters to study their biology or to manufacture products.
38. Tissue Culture: A technique for growing cells from multi-cellular organisms in a artificial medium.
39. Embryo Culture: A technique for growing embryos from multi-embryo organisms in an artificial medium.
40. Cell Manipulation: Ability to grow and modify a range of cell types under laboratory conditions.
41. Tissue Manipulation: Ability to grow and modify a range of tissue types under laboratory conditions.
42. Embryo Manipulation: Ability to grow and modify a range of embryo types under laboratory conditions.
43. Fermentation: Micro-organic process in which the metabolism of sugars for energy is accompanied by the formation of alcohol or lactic acid.
44. Bioprocessing: Production stages that include fermentation, recovery and purification.
45. Biotransformation: Conversion of one chemical or material into another using a biological catalyst.
46. Bio-leaching: Use of micro-organisms to leach metals from ore.
47. Bio-pulping: The use of enzymes to degrade wood structures to produce pulp for papermaking purposes.
48. Bio-bleaching: The use of enzymes to bleach paper fibre.
49. Bio-desulphurisation: The removal of organic or inorganic sulphur from coal by bacterial or soil micro-organisms.
50. Bio-pesticide Manufacturing: Biological pest control through the use of naturally occuring microbes or bacteria.
51. Extraction / Concentration /Purification / Separation: The retrieval of a compound of interest from a raw material.
52. Biofiltration: The treatment of sewage or industrial wastewaters using active biomass growing on a solid support.
53. Bioindicators: The use of organisms to indicate the status of an environment.
54. Classical / traditional Breeding: Genetic improvement of animals or plants by breeding selected individuals.
55. Natural Products Chemistry: The study of a biological material or a biologically-derived material using analytic methods, normally being the isolation and identification of the novel chemicals within a biological material.
56. Microbio-inoculants: Naturally occurring bacterial inoculates used to promote plant growth.

57. Bio Sensing: Process that uses biological molecules e.g. enzymes or antibodies in conjunction with a transducer to low level detection of substances such as sugars and proteins in bodily fluids, pollutants in water, etc.

58. Somatic Embryo-genesis: Propagation of genetically desirable plant and tree lineages by tissue culture methods.

59. Other (Please specify).

ELECTRONIC PUBLICATIONS AVAILABLE AT
www.statcan.ca

How to Order Catalogued Publications

These and other Statistics Canada publications may be purchased from local authorized agents and other community bookstores, through the local Statistics Canada offices, or by mail order to:

Statistics Canada
Dissemination Division
Circulation Management
120 Parkdale Avenue
Ottawa, Ontario
K1A 0T6

Telephone: 1(613)951-7277
National toll free order line: 1-800-700-1033
Fax number: 1-(613)951-1584 or 1-800-889-9734
Toronto Credit Card only (416)973-8018
Internet: order@statcan.ca

CATALOGUED PUBLICATIONS

Statistical Publication

88-202-XPB Industrial Research and Development, 1999 Intentions (with 1998 preliminary estimates and 1997 actual expenditures)
88-204-XIB Federal Scientific Activities, 1999-2000e (annual)
88-001-XIB Science Statistics (monthly)

Volume 22

No. 1 The Provincial Research Organizations, 1996
No. 2 Federal Government Expenditures on Scientific Activities, 1998-99
No. 3 Federal Government Personnel Engaged in Scientific and Technological (S&T) Activities, 1989-90 to 1998-99e
No.4 Biotechnology Scientific Activities in Selected Federal Government Departments, and Agencies, 1997-1998
No. 5 Total Spending on Research and Development in Canada, 1987 to 1998e, and Provinces, 1987 to 1996
No. 6 Distribution of Federal Expenditures on Science and Technology, by Province and Territories, 1996-1997
No. 7 Estimation of Research and Development Expenditures in the Higher Education Sector, 1996-1997
No. 8 Research and Development (R&D) Expenditures of Private Non-Profit (PNP) Organizations, 1997

Volume 23

No. 1 The Provincial Research Organizations, 1997
No. 2 Scientific and Technological (S&T) Activities of Provincial Governments, 1990-91 to 1998-99e
No. 3 Industrial Research and Development, 1994 to 1998
No. 4 Estimates of Gross Expenditures on Research and Development in the Health Field in Canada, 1970 to 1998e
No. 5 Federal Government Expenditures on Scientific Activities, 1999-2000e
No. 6 Total Spending on Research and Development in Canada, 1988 to 1999e, and Provinces 1988 to 1997
No. 7 Estimation of Research and Development Expenditures in the Higher Education Sector, 1997-1998
No. 8 Research and Development (R&D) Expenditures of Private Non-Profit (PNP) Organizations, 1998
No. 9 Industrial Research and Development, 1995 to 1999
No.10 Distribution of Federal Expenditures on Science and Technology, by Province and Territories, 1997-98

Volume 24

No. 1 Federal Government Personnel Engaged in Scientific and Technological (S&T) Activities, 1990-1991 to 1999-2000e
No. 2 Biotechnology Research and Development (R&D) in Canadian Industry, 1997
No. 3 Industrial Research and Development, 1996 to 2000
No. 4 The Provincial Research Organizations, 1998
No. 5 Federal Government Expenditures on Scientific Activities, 2000-2001e
No. 6 Total Spending on Research and Development in Canada, 1989 to 2000e, and Provinces, 1989 to 1998
No. 7 Estimation of Research and Development Expenditures in the Higher Education Sector, 1998-99
No. 8 Research and Development (R&D) Expenditures of Private Non-Profit (PNP) Organizations, 1999

WORKING PAPERS - 1998

These working papers are available from the Science and Innovation Surveys Section of Statistics Canada, please contact:

Science and Innovation Surveys Section
Science, Innovation and Electronic Information Division
Statistics Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0T6
Internet: http://www.statcan.ca/english/research/scilist.htm
Tel: (613) 951-6309

ST-98-01 A Compendium of Science and Technology Statistics, February 1998

ST-98-02 Exports and Related Employment in Canadian Industries, February 1998

ST-98-03 Job Creation, Job Destruction and Job Reallocation in the Canadian Economy, February 1998

ST-98-04 A Dynamic Analysis of the Flows of Canadian Science and Technology Graduates into the Labour Market, February 1998

ST-98-05 Biotechnology Use by Canadian Industry – 1996, March 1998

ST-98-06 An Overview of Statistical Indicators of Regional Innovation in Canada: A Provincial Comparison, March 1998

ST-98-07 Federal Government Payments to Industry 1992-93, 1994-95 and 1995-96, September 1998

ST-98-08 Bibliometric Analysis of Scientific and Technological Research: A User's Guide to the Methodology, September 1998

ST-98-09 Federal Government Expenditures and Personnel on Activities in the Natural and Social Sciences, 1989-90 to 1998-99e, September 1998

ST-98-10 Knowledge Flows in Canada as Measured by Bibliometrics, October 1998

ST-98-11 Estimates of Canadian Research and Development Expenditures (GERD),Canada, 1987 to 1998e and by Province 1987 to 1996, October 1998

ST-98-12 Estimation of Research and Development Expenditures in the Higher Education Sector, 1996-97, November 1998

WORKING PAPERS - 1999

ST-99-01 Survey of Intellectual Property Commercialization in the Higher Education Sector, 1998, February 1999

ST-99-02 Provincial Distribution of Federal Expenditures and Personnel on Science and Technology, 1988-89 to 1996-97, June 1999

ST-99-03 An Analysis of Science and Technology Workers: Deployment in the Canadian Economy, June 1999

ST-99-04 Estimates of Gross Expenditures on Research and Development in the Health Field in Canada, 1970 to 1998e , July 1999

ST-99-05 Technology Adoption in Canadian Manufacturing, 1998, August 1999

ST-99-06 A Reality Check to Defining E-Commerce, 1999, August 1999

ST-99-07 Scientific and Technological Activities of Provincial Governments, 1990-1991 to 1998-1999e, August 1999

ST-99-08 Estimates of Canadian Research and Development Expenditures (GERD), Canada, 1988 to 1999e, and by Province, 1988 to 1997, November 1999

ST-99-09 Estimation of Research and Development Expenditures in the Higher Education Sector, 1997-98

ST-99-10 Measuring the Attractiveness of R&D Tax Incentives: Canada and Major Industrial Countries, December 1999

WORKING PAPERS - 2000

ST-00-01 Survey of Intellectual Property Commercialization in the Higher Education Sector, 1999 April 2000

ST-00-02 Federal Government Expenditures and Personnel in the Natural and Social Sciences, 1990-91 to 1999-2000e

ST-00-03 A Framework for Enhanced Estimations of Higher Education and Health R&D Expenditures, by Mireille Brochu, July 2000

ST-00-04 Information and Communications Technologies and Electronic Commerce in Canadian Industry

RESEARCH PAPERS – 1996-2000

No. 1 The State of Science and Technology Indicators in the OECD Countries, by Benoit Godin, August 1996

No. 2 Knowledge as a Capacity for Action, by Nico Stehr, June 1996

No. 3 Linking Outcomes for Workers to Changes in Workplace Practices: An Experimental Canadian workplace and Employee Survey, by Garnett Picot and Ted Wannell, June 1996

No. 4 Are the Costs and Benefits of Health Research Measurable?, by M.B. Wilk, February 1997

No. 5 Technology and Economic Growth: A Survey, by Petr Hanel and Jorge Niosi, April 1998

No. 6 Diffusion of Biotechnologies in Canada, by Anthony Arundel, February 1999

No. 7 Barriers to Innovation in Services Industries in Canada, by Pierre Mohnen and Julio Rosa, November 1999

No. 8 Explaining Rapid Growth in Canadian Biotechnology Firms, by Jorge Niosi, August 2000

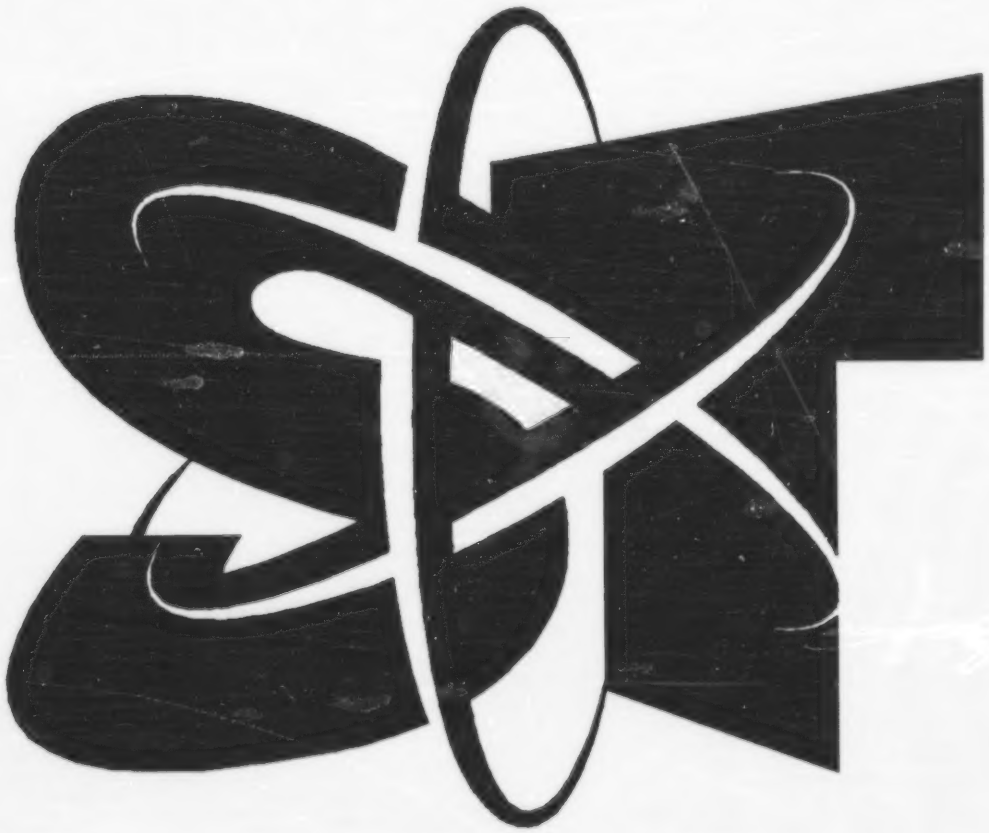
Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique

DOCUMENT DE RECHERCHE

INDICATEURS COMPARABLES AU NIVEAU INTERNATIONAL POUR LA BIOTECHNOLOGIE : INVENTAIRE, PROPOSITION DE TRAVAIL ET DOCUMENTS D'APPUI

W. Pattinson, B. Van Beuzekom et A. Wyckoff

No. 9



Sciences & Technologies

Statistique Canada Statistics Canada

Canada

Indicateurs comparables au niveau international pour la biotechnologie :

Inventaire, proposition de travail et documents d'appui

W. Pattinson, B. Van Beuzekom et A. Wyckoff

OCDE

Le contenu de ce document est entièrement la responsabilité des auteurs et ne reflète pas les opinions de l'OCDE ou de ses pays membres

Statistique Canada

Janvier 2001

88F0017MIF No. 9

Le Programme d'information sur les sciences et l'innovation

Le programme vise à élaborer des **indicateurs utiles à l'égard de l'activité liée aux sciences et à la technologie** au Canada, dans un cadre les regroupant de manière cohérente. Pour atteindre l'objectif, des indicateurs statistiques sont en voie d'élaboration dans cinq grandes catégories :

- **Acteurs** : personnes et établissements engagés dans des activités de S-T. Au nombre des mesures prises, citons l'identification des participants en R-D et des universités qui accordent une licence pour l'utilisation de leurs technologies, ainsi que la détermination du domaine d'études des diplômés.

- **Activités** : comportent la création, la transmission et l'utilisation des connaissances en S-T, notamment la recherche et le développement, l'innovation et l'utilisation des technologies.

- **Liens** : moyen par lequel les connaissances en S-T sont communiquées aux intervenants. Au nombre des mesures, on compte l'acheminement des diplômés vers les industries, l'octroi à une entreprise d'une licence pour l'utilisation de la technologie d'une université, la copaternité de documents scientifiques, la source d'idées en matière d'innovation dans l'industrie.

- **Résultats** : résultats à moyen terme d'activités. Dans une entreprise, l'innovation peut entraîner la création d'emplois plus spécialisés. Dans une autre, l'adoption d'une nouvelle technologie peut mener à une plus grande part de marché.

- **Incidences** : répercussions à plus long terme des activités, du maillage et des conséquences. La téléphonie sans fil résulte d'activités, de maillage et de conséquences multiples. Elle présente une vaste gammes d'incidences économiques et sociales, comme l'augmentation de la connectivité.

Statistique Canada veille à l'élaboration actuelle et future de ces indicateurs, de concert avec d'autres ministères et organismes et un réseau d'entrepreneurs.

Avant la mise en route des travaux, les activités liées à la S-T étaient évaluées uniquement en fonction de l'investissement en ressources financières et humaines affectées au secteur de la recherche et du développement (R-D). Pour les administrations publiques, on ajoutait l'évaluation de l'activité scientifique connexe (ASC), comme les enquêtes et les essais courants. Cette évaluation donnait un aperçu limité des sciences et de la technologie au Canada. D'autres mesures s'imposaient pour améliorer le tableau.

L'innovation rend les entreprises concurrentielles, et nous poursuivons nos efforts pour comprendre les caractéristiques des entreprises novatrices et non novatrices, particulièrement dans le secteur des services, lequel domine l'économie canadienne. La capacité d'innover repose sur les personnes, et des mesures sont en voie d'élaboration au sujet des caractéristiques des personnes qui se trouvent dans les secteurs menant l'activité scientifique et technologique. Dans ces secteurs, des mesures sont en train d'être établies au sujet de la création et de la perte d'emplois en vue de cerner l'incidence des changements technologiques.

Le gouvernement fédéral est un intervenant clé en matière de sciences et de technologie, secteur dans lequel il investit plus de cinq milliards par année. Autrefois, on ne connaissait que les sommes dépensées par le gouvernement et l'objet de ces dépenses. Dans notre rapport, **Activités scientifiques fédérales, 1998 (Cat. n° 88-204)**, on publiait, au départ, des indicateurs d'objectifs socioéconomiques afin de préciser comment on dépensait les fonds affectés à la S-T. En plus de servir de fondement à un débat public sur les priorités en matière de dépenses gouvernementales, tous ces renseignements ont servi de contexte aux rapports de rendement de ministères et d'organismes individuels.

Depuis avril 1999, la Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique est responsable du programme.

La version finale du cadre servant de guide à l'élaboration future d'indicateurs a été publiée en décembre 1998 (**Activités et incidences des sciences et de la technologie - cadre conceptuel pour un système d'information statistique, Cat. nº 88-522**). Ce cadre a donné lieu à un **Plan stratégique quinquennal pour le développement d'un système d'information sur les sciences et la technologie (Cat. nº 88-523)**.

On peut désormais transmettre des informations sur le système canadien des sciences et de la technologie et montrer le rôle du gouvernement fédéral dans ce système.

Nos documents de travail et de recherche sont accessibles sans frais à l'adresse du site Internet de Statistique Canada : http://www.statcan.ca/français/research/scilist_f.htm.

PERSONNES-RESSOURCES À CONTACTER POUR DE PLUS AMPLES INFORMATIONS

Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique

Directeur	Dr. F.D. Gault	(613-951-2198)
Directeur adjoint	Brian Nemes	(613-951-2530)
Directeur adjoint	Paul McPhie	(613-951-9038)

Système d'information sur les sciences et la technologie

Chef, Développement des indicateurs
Dr. Frances Anderson (613-951-6307)

Chef, Indicateurs du savoir
Michael Bordt (613-951-8585)

Chef, Innovation
Daood Hamdani (613-951-3490)

Chef, Section des sciences de la vie
Antoine Rose (613-951-9919)

Section des enquêtes des sciences et de l'innovation

Chef
Bert Plaus (613-951-6347)

Agent supérieur de projet
Don O'Grady (613-951-9923)

Agent supérieur de projet
Janet Thompson (613-951-2580)

Télécopieur: (613-951-9920)

Documents de recherche

Les Documents de recherche publient des travaux relatifs aux questions liées à la science et la technologie. Tous les documents sont sujets à un contrôle interne. Les opinions exprimées dans les articles sont celles des auteurs et ne sont pas nécessairement partagées par Statistique Canada.

TABLE DES MATIÈRES

Statistiques nationales existantes 1

Définition statistique de la biotechnologie 2

Besoins des utilisateurs 3

Conclusion 6

Bibliographie 7

ANNEXE 1: Liste des réponses au questionnaire selon le pays 9

ANNEXE 2: Liste non exaustive de sites et de publications externes 17

ANNEXE 3: Liste non exaustive de définitions particulières de la biotechnologie 19

ANNEXE 4: Liste des biotechnologies utilisées dans le cadre des enquêtes nationales 23

INDICATEURS COMPARABLES AU NIVEAU INTERNATIONAL POUR LA BIOTECHNOLOGIE : INVENTAIRE, PROPOSITION DE TRAVAIL ET DOCUMENTS D'APPUI

Même si les travaux relatifs à la mesure de la biotechnologie ne font que commencer dans un certain nombre de pays, de nombreux décideurs et analystes en appellent déjà à des efforts au niveau international, en vue de coordonner ces travaux, afin que les statistiques et les indicateurs qui en découlent soient comparables, dans une certaine mesure, au niveau international. Compte tenu du caractère récent de cette technologie et de toutes les autres priorités concurrentes du point de vue des travaux statistiques (par exemple, sur des secteurs parvenus à maturité, mais néanmoins importants, comme les services), cette demande peut sembler déplacée, mais elle rend compte de trois aspects qui évoluent rapidement sur la scène mondiale : 1) les questions liées à l'échange de biens et de services qui font intervenir la biotechnologie; 2) l'impression que la biotechnologie représentera une source de croissance économique et un facteur qui pourrait déterminer la compétitivité relative des pays; et 3) la reconnaissance que cette technologie est une « technologie à usage général », dont les répercussions se feront sentir dans toutes les branches d'activité et dans tous les pays, peu importe d'où elle origine. Du fait de ces enjeux, les mesures de cette technologie doivent passer du secteur privé, principalement concerné par la croissance du marché, au secteur public, qui peut les inscrire dans un cadre plus large, comprenant le commerce international, l'innovation et la productivité, ce qui rend nécessaire la comparaison directe de ces mesures avec d'autres données publiques.

C'est pour ces raisons et parce qu'elle a coordonné avec succès la mesure d'autres secteurs complexes au niveau conceptuel et mécanique, comme la recherche et le développement, l'innovation et la croissance de la société de l'information, que l'on a demandé à l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) d'examiner la possibilité de rassembler des statistiques et de produire des indicateurs de la biotechnologie pour ses pays membres. Le présent document, qui a reçu l'appui du gouvernement du Canada, constitue un inventaire initial de l'état actuel des travaux statistiques et méthodologiques portant sur la biotechnologie, grâce notamment à la détermination des statistiques nationales existantes, à l'établissement d'un ensemble de définitions utilisées actuellement et à la détermination des besoins des utilisateurs dans un certain nombre de pays. Bien que cet inventaire soit descriptif dans une certaine mesure, il peut servir de base aux travaux futurs en vue d'élaborer des normes et des mesures internationales.

Statistiques nationales existantes

Afin d'aider à déterminer la disponibilité des données dans les pays membres de l'OCDE, un questionnaire a été envoyé pour évaluer la disponibilité des statistiques et des indicateurs, la méthodologie utilisée pour recueillir ces données (particulièrement la définition utilisée pour la biotechnologie) et les analyses quantitatives touchant la biotechnologie. Le questionnaire a été envoyé aux représentants gouvernementaux qui participent aux groupes de travail de l'OCDE dans ces domaines, et on leur a demandé de répondre, que ces travaux soient ou non effectués par un organisme gouvernemental. On a reçu des réponses de 21 pays membres. Un sommaire des réponses figure à l'annexe 1.

La forme la plus courante de collecte de données officielles est la collecte de données sur la R et D dans le cadre des enquêtes nationales portant sur ce domaine. Cinq pays, l'Australie, le Canada, le Danemark, le Japon et les Pays-Bas, recueillent des données de cette façon. Les éléments de données disponibles sont toutefois très limités, du fait qu'ils n'ont trait qu'aux dépenses de R et D et aux ressources humaines affectées à cette activité. Seulement deux pays tiennent des enquêtes particulières sur les entreprises de biotechnologie, le Canada et la France. Un troisième pays, la Nouvelle-Zélande, se propose de tenir une enquête similaire (Pattinson et coll. (2000)). Ces enquêtes sont assez détaillées et mesurent de nombreux éléments de données relatifs à la structure et au rendement des entreprises qui utilisent des procédés de biotechnologie, qui produisent des biens et services dans le domaine de la biotechnologie et qui procèdent à des recherches dans ce domaine.

À titre d'amorce, certains bureaux statistiques nationaux ont commandé auprès d'entreprises d'experts-conseils des vérifications nationales du secteur de la biotechnologie. C'est notamment le cas de l'Australie (Ernst & Young), du Canada (Ernst & Young) et de la France (Arthur Andersen). Dans le cas de ces deux derniers pays, les bureaux statistiques nationaux ont par la suite précisé les enquêtes commandées, restreignant la population échantillonnée ainsi que les questions statistiques.

Des entreprises d'experts-conseils de premier plan, comme Ernst & Young et Arthur Andersen, ont, pendant de nombreuses années, produit des rapports faisant état des progrès accomplis dans certains pays. Ces publications ont généralement une portée très large. Ernst & Young, de façon plus particulière, a produit des rapports pour l'Europe, les États-Unis, l'Allemagne et la Belgique (à venir – de concert avec l'Association belge des biotechnologues). Le rapport américain est publié pour la quatorzième année, et le rapport européen, pour la septième année. Ces entreprises d'experts-conseils compilent aussi des données sur des indicateurs comme le capital de risque, dans certains pays.

Certaines parmi les entreprises pharmaceutiques et agricoles les plus réputées (Monsanto, Wellcome, Dupont, etc.) fournissent aussi toute une gamme de données et d'indicateurs au sujet de la biotechnologie dans leurs sites Internet. Une liste non exhaustive des publications et des sites Internet pertinents figure dans Pattinson et coll. (2000).

La plupart des pays comptent des associations nationales en biotechnologie. Ces associations fournissent une tribune pour réunir tous les intervenants de ce domaine. Elles constituent des sources importantes d'information, parce qu'elles tiennent des registres ou des répertoires des entreprises publiques et privées. Les associations de biotechnologie travaillent souvent en collaboration avec les organisations du secteur public pour produire des données statistiques. En Australie, par exemple, le répertoire en direct pour 1999 a été produit conjointement par l'Australian Biotechnology Association Ltd et le Department of Industry, Science and Resources du gouvernement australien. Au Japon, la Bio-industry Association mène sa propre enquête, qui sert à mesurer toute une gamme d'indicateurs statistiques, y compris la valeur des biens produits grâce à la biotechnologie.

La Commission européenne a produit un répertoire des programmes publics de biotechnologie dans tous les pays visés par le quatrième programme cadre de biotechnologie de l'UE pour 1994-1998 (17 pays). Ces rapports comportent des répertoires des « aspects particuliers de chaque programme et d'autres instruments stratégiques qui ont servi à la stimulation du secteur de la biotechnologie, ainsi que des renseignements additionnels en ce qui a trait à la situation des divers pays, aux politiques et aux répercussions au niveau national, etc. ».

La Hongrie et la Finlande ont aussi procédé à des évaluations ou « vérifications » des secteurs de la biotechnologie, ce qui a permis la compilation de certains indicateurs statistiques dans ces pays.

Outre les données recueillies directement, on dispose d'autres renseignements dans les dossiers administratifs, notamment des données sur les brevets (obtenues auprès des bureaux nationaux et internationaux des brevets), ainsi que des données sur le commerce international, qui sont généralement fournies par les bureaux nationaux des douanes.

Définition statistique de la biotechnologie

Les définitions de la biotechnologie utilisées par les pays répondants varient de façon considérable, mais elles se classent de façon générale dans deux catégories – une définition fondée sur un ensemble de mots qui décrivent les processus dont il est question, appelée définition « particulière », et une définition fondée sur une liste. Des exemples de ces deux catégories figurent dans Pattinson et coll. (2000) Chacune comporte ses propres utilisations et les deux catégories sont utilisées à des fins statistiques différentes.

Il est utile de disposer d'une définition large pour définir la biotechnologie à partir des enquêtes existantes sur la R et D ou sur les activités industrielles en général. Toutefois, outre une définition large particulière, des sous-classifications sont nécessaires pour améliorer la valeur des produits statistiques en découlant. Ces classifications peuvent être intégrées aux classifications déjà utilisées à l'égard des pratiques statistiques existantes, par exemple, les classifications types des industries ou les classifications socioéconomiques, ou peuvent devoir être élaborées de façon particulière pour améliorer la compréhension de la biotechnologie. Cette question nécessite d'être étudiée davantage dans le contexte d'un cadre

statistique global comprenant, notamment, des définitions, des éléments de données et des classifications.

L'approche fondée sur une liste est utilisée dans le cadre des enquêtes sur la diffusion comme celles effectuées par le Canada et la France. En général, ces listes reposent sur un ensemble détaillé de processus biotechnologiques, mais elles doivent être suffisamment souples, génériques et larges, la croissance dans le secteur de la biotechnologie étant si rapide, que toute liste définitive peut rapidement devenir désuète.

Besoins des utilisateurs

Il existe une condition préalable à l'élaboration d'indicateurs comparables au niveau international, à savoir la préparation d'une liste des besoins des utilisateurs, accompagnée de précisions quant aux enjeux politiques qui doivent être pris en compte et aux indicateurs qui peuvent être utiles pour cette évaluation. Une liste initiale pourrait comprendre les indicateurs suivants, chacun d'eux étant abordé brièvement ci-dessous :

- R et D, innovation et liens entre les secteurs à l'intérieur des systèmes nationaux d'innovation;
- ressources humaines consacrées à la biotechnologie;
- bassin de ressources humaines dans le domaine de la biotechnologie;
- brevets et citations;
- capital de risque;
- diffusion de la biotechnologie;
- production et commerce des produits de la biotechnologie;
- information structurelle au sujet des entreprises de biotechnologie;
- lancement d'entreprises.

R et D, innovation et liens entre les secteurs à l'intérieur des systèmes nationaux d'innovation

Il s'agit d'un secteur clé des statistiques sur la biotechnologie. Il est imposant de savoir la somme de R et D qui est effectuée, par qui elle est effectuée, par qui elle est financée, ainsi que les objectifs visés, et de disposer d'indicateurs similaires. Il est aussi important de comprendre comment la R et D mène à l'innovation, laquelle prend la forme de nouveaux produits et processus.

Comme c'est le cas pour la plupart des statistiques sur la R et D, des données sont nécessaires sur les dépenses au titre de la R et D (et de l'innovation) et des ressources humaines qui y sont consacrées. Il est aussi important de comprendre les liens qui existent entre la R et D et les entreprises de R et D, et d'autres aspects des systèmes d'innovation des pays membres. De façon plus particulière, il faut déterminer les liens qui existent entre les différents secteurs institutionnels et les mesurer, surtout si ces liens vont au-delà des limites territoriales des pays.

Il existe un mécanisme pour intégrer cette mesure dans les enquêtes sur la R et D et l'innovation, à savoir son inclusion dans les manuels de *Frascati (OCDE 93) et d'Oslo (OCDE 97)*, qui comportent chacun des lignes directrices pour la mesure, à l'intention des pays membres de l'OCDE, dans les domaines de la R et D et de l'innovation.

Ressources humaines consacrées à la biotechnologie

Les indicateurs des ressources humaines consacrés à la biotechnologie sont parmi les plus difficiles à compiler. Même si on peut compiler des indicateurs relatifs aux ressources humaines affectées à la R et D et à l'innovation à partir de ces types de collecte, on laisse de côté les ressources humaines

chargées de l'application de la biotechnologie à l'intérieur des processus industriels et autres. Ce type de données peut être obtenu dans le cadre des enquêtes sur l'utilisation de la technologie, et il peut donc se révéler nécessaire de combiner des données provenant de toute une gamme d'enquêtes si l'on veut élaborer une mesure précise des ressources humaines totales consacrées à la biotechnologie. Évidemment, le fait de tirer des données de sources différentes peut entraîner des problèmes, du fait des chevauchements qui existent entre ces données et des lacunes qu'elles comportent.

Bassin de ressources humaines dans le domaine de la biotechnologie

En ce qui a trait aux ressources humaines qualifiées en biotechnologie, qui n'occupent pas nécessairement une profession scientifique ou dans le domaine de la biotechnologie, on a besoin de données de sources différentes. Certains pays tiennent des recensements de la population qui permettent de produire de telles données, ces dernières étant généralement très peu fréquentes. D'autres pays tiennent des enquêtes sur la population (ou les ménages) qui peuvent aussi être utilisées à ces fins, mais il arrive souvent que les données ne soient pas fournies à un niveau de détail suffisant. Dans d'autres pays, des données peuvent être tirées des dossiers administratifs. L'OCDE et Eurostat ont élaboré conjointement un guide statistique (Manuel de Canberra (OCDE 95)), qui vise à répondre à cette question dans le cas des personnes très qualifiées en général. La révision de ce manuel pourrait constituer une occasion de tenir compte de la demande de telles données.

Brevets et citations

Il semble exister une demande pour les données sur les brevets et les citations en ce qui a trait aux processus de biotechnologie. Il existe un ensemble important de données dans les bureaux nationaux et internationaux des brevets, et ces données doivent être utilisées pour fournir des indicateurs. Le Manuel brevet de l'OCDE (94) fournit des lignes directrices pour le rassemblement et l'interprétation des données.

Capital de risque

Le capital de risque représente un déterminant important du secteur de la biotechnologie et des lancements d'entreprises dans ce secteur. Très peu de données officielles sont disponibles. Toutefois, il existe un ensemble considérable de statistiques qui sont recueillies par des sources privées.

Diffusion de la biotechnologie

Il s'agit d'un des aspects très importants d'un cadre statistique de la biotechnologie, des enquêtes visant cet aspect étant tenues au Canada et en France, et bientôt en Nouvelle-Zélande. Avec de telles enquêtes, il est possible de répondre à nombre de besoins des utilisateurs de statistiques sur la biotechnologie. Toutefois, ces enquêtes sont généralement de nature ponctuelle et assez coûteuses à effectuer. Ainsi, même si elles font partie intégrante d'un cadre global, elles doivent être complétées par d'autres options.

Production et commerce des produits de la biotechnologie

La mesure du commerce et de la production locale de produits de la biotechnologie représente un enjeu statistique plus complexe. Il n'existe pas de liste facilement disponible des entreprises qui assure la production de biens à partir de la biotechnologie. Il est évident que certaines industries peuvent être visées du point de vue de la mesure de produits pertinents, et cela peut constituer une approche acceptable. Le commerce international, toutefois, représente un enjeu beaucoup plus complexe. Le commerce international des produits est généralement mesuré grâce à des dossiers administratifs qui ne sont probablement pas appropriés pour déterminer le commerce de biens produits au moyen de la biotechnologie, à court et à moyen termes à tout le moins.

Lancement d'entreprises

Le lancement d'entreprises est un indicateur fréquemment utilisé, particulièrement pour mesurer la croissance des nouvelles « industries » émergentes. Cet aspect est toutefois très difficile à mesurer, la plupart des pays ayant du mal à le faire en général. Néanmoins, il s'agit d'un secteur qui revêt une grande importance d'un point de vue politique et qui doit être intégré dans un cadre statistique global.

Information structurelle au sujet des entreprises de biotechnologie

Il existe un débat « politique » important au sujet de la taille du secteur de la biotechnologie, mais ce secteur existe-t-il réellement? De façon générale, dans les classifications types des industries, les entreprises sont classifiées dans une industrie sur la base de leurs produits et de leurs processus de production. Ainsi, logiquement, aucune classification des industries ne traite de façon particulière de la biotechnologie, étant donné qu'il s'agit d'un processus. Les produits d'une entreprise ne sont pas répartis selon qu'ils sont produits au moyen de la biotechnologie ou autrement.

Ainsi, même s'il n'est pas possible de définir le secteur de la biotechnologie de la façon courante, il faudra répondre à des demandes d'information au sujet de la taille globale du secteur qui participe à la biotechnologie, et cela devra être intégré à un cadre global.

Conclusion

Les travaux effectués jusqu'à maintenant ont démontré que très peu de données sur les biotechnologies sont disponibles à partir des sources statistiques nationales, sauf au Canada et, dans une moindre mesure, en France. Même si cela restreint considérablement la nature de l'analyse qui peut être entreprise, cela constitue une bonne occasion pour les pays qui envisagent la collecte de statistiques sur la biotechnologie de profiter de l'expérience des pays qui jouent un rôle de premier plan, ces derniers devant à leur tour assurer une plus grande comparabilité au niveau international. La mise en commun des expériences réussies et des échecs permettra de disposer d'un ensemble solide de données qui pourront être élaborées au niveau international et utilisées pour analyser les divers enjeux liés à cette technologie. Même si les travaux statistiques sont embryonnaires dans certains pays, il est important qu'ils comportent un aspect international dès maintenant. Cela nous permettra d'éviter de nous retrouver dans la même situation que pour les indicateurs de la société de l'information, c'est-à-dire que 20 ans après l'invention des OP, nous ne disposons pas encore d'indicateurs comparables au niveau international quant au nombre d'OP que possèdent les ménages et à l'utilisation qu'ils en font. Même si cette proposition nécessite des ressources, elle pourrait se révéler beaucoup moins coûteuse si elle est entreprise dès maintenant, plutôt que dans 20 ans.

Bibliographie

(1) Système de comptabilité nationale, 1993 – Eurostat, FMI, OCDE, ONU, Banque mondiale.

(2) OCDE/Eurostat, (1997), Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique – Manuel d'Oslo, Paris/Luxembourg, OCDE/Eurostat.

(3) OCDE, (1993), Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental – Manuel de Frascati, Paris, OCDE.

(4) Australian Standard Research Classification (ASRC), 1998 – Australian Bureau of Statistics, nº 1297.0 au catalogue.

(5) OCDE, (1994), Les données sur les brevets d'invention et leur utilisation comme indicateurs de la science et de la technologie — Manuel brevet 1994, OCDE/DG (94) 114, Paris, OCDE.

(6) OCDE, (1995), Manuel sur la mesure des ressources humaines consacrées à la science et à la technologie — Manuel de Canberra, Paris, OCDE.

ANNEXES

ANNEXE 1 : LISTE DES RÉPONSES AU QUESTIONNAIRE SELON LE PAYS

Voici un résumé des résultats du questionnaire distribué par l'OCDE en octobre 1999. Nous avons inclus la définition de la biotechnologie utilisée dans l'enquête. Lorsque les répondants ont fait mention directement de leurs associations biotechnologiques nationales, nous les avons mentionnées aussi dans cette section.

AUSTRALIE

L'Australian Bureau of Statistics (ABS), dans le cadre de l'enquête sur la R et D, recueille certaines données sur la biotechnologie. Les données portent sur les domaines de recherche suivants : 060300, Biotechnologie industrielle et alimentaire, et 080200, Génétiques, biologie moléculaire et biotechnologie. Des données sont recueillies au sujet des dépenses et des ressources humaines de la R et D dans les secteurs des entreprises commerciales, de l'enseignement supérieur, des organismes privés sans but lucratif et de l'administration publique.

L'ABS a effectué peu de travaux sur la biotechnologie jusqu'à maintenant. Ni l'ancienne classification (FOR), ni la nouvelle (RFCD), ne comportent de mention claire de la biotechnologie. Cette dernière va toutefois plus loin, du fait qu'elle comporte un groupe distinct dans le secteur des sciences biologiques, même si la biotechnologie est aussi couverte par un certain nombre d'autres domaines.

Le Department of Industry, Science and Resources (ISR) a accompli certains progrès. Il a établi un secteur distinct, Biotechnology Australia, qui a produit l'Australian Biotechnology Directory, ainsi que l'Australian Biotechnology Report. Ces deux documents sont disponibles dans le site Internet http://biotech.isr.gov.au.

Le répertoire a été produit de concert avec l'Australian Biotechnology Association (http://www.aba.asn.au).

L'Australian Biotechnology Report a été produit conjointement par Ernst & Young et l'ISR et suit la même présentation que les rapports produits par Ernst & Young au niveau international (par exemple, au Canada).

Définition : Par « biotechnologie », on entend toute application technologique qui utilise des systèmes biologiques, des organismes vivants ou des dérivés, pour fabriquer ou modifier des produits ou des processus à des fins particulières. La biotechnologie consiste simplement à utiliser des micro-organismes, ainsi que des cellules végétales et animales, pour produire notamment des aliments, des médicaments et des produits chimiques utiles pour le genre humain.

CANADA

Statistique Canada recueille toute une gamme de statistiques sur la biotechnologie au moyen de l'Enquête sur les entreprises de biotechnologie. Le Canada est à mettre au point une nouvelle enquête qui sera diffusée sous peu.

Plusieurs variables sont aussi recueillies au niveau provincial. Une liste des variables actuellement couvertes par l'enquête peut être obtenue sur demande.

Publications :

«Utilisation des biotechnologies par l'industrie canadienne – 1998 », Document de travail ST-98-05.

"Diffusion des biotechnologies au Canada", Document de recherche nº 6.

"Canadian Biotechnology '98; Success from Excellence", BIOTECanada.

"Biotechnology Scientific Activities in Federal Government Departments – 1997-98", Vol.22, No.4.

"Biotechnology R&D in Canadian Industry – 1995", Vol.21, No.11.

"Canadian Biotechnology Statistics", CBS Theme 9.

Sites :

http://www.statcan.ca/english/research/scilist.htm.
Version française : http://www.statcan.ca:80/francais/concepts/science_f.htm.
http://strategis.ic.gc.ca.

Définition : Plutôt que de définir la biotechnologie, le Canada a dressé une liste de 22 biotechnologies.

Catégorie : Santé humaine - Biologie	Catégorie : Transformation alimentaire	Catégorie : Produits forestiers
1. Diagnostic (immunodiagnostic, sondes d'ADN, biocapteurs, etc.)	9. Biotransformation (enzymes, cultures bactériennes, etc.)	16. Sylviculture (sclérymorphèse, cultures tissulaires, embryogenèse, marqueurs génétiques, génie génétique, etc.)
2. Thérapie (vaccins, sérums/anti immunitaires, produits biopharmaceutiques, élaboration rationnelle de substances thérapeutiques, administration de médicaments, chimie combinatoire, etc.)	10. Aliments fonctionnels et produits nutraceutiques (probiotiques, acides gras non saturés, etc.)	17. Biotraitement d'épuration industrielle (biolessivage (biolixiviation à pâte), bioblanchiment, prévention biologique de la tache de sève, etc.)
3. Thérapie génique (caractérisée par identification de gènes produit et délivrée.	Catégorie : Aquaculture	Catégorie : Environnement
Catégorie : Bioinformatique	11. Santé des poissons (diagnostic, thérapie, etc.)	18. Biofiltration (traitement des émissions et des effluents organiques)
4. Génomique et modélisation moléculaire (séquençage d'ADN, d'ARN et de protéines et bases de données sur la génétique humaine, végétale, animale et microbiologique)	12. Génétique de la pisciculture (repérage des traits génétiques supérieurs, transformation et génie génétique, etc.)	19. Biodépollution et phytoremédiation (procédés microbiologiques d'épuration de dépôts de déchets toxiques, etc.)
Catégorie : Agriculture - Biologie	13. Bioextraction (carraghénane extrait d'algues, protéines antigel du poisson, arômes, etc.)	20. Diagnostic (détection de substances toxiques à l'aide de bioindicateurs, biocapteurs, immunodiagnostic, etc.)
5. Biotechnologie végétale (cultures tissulaires, embryogenèse, marqueurs génétiques, génie génétique, etc.)	Catégorie : Mines, énergie, pétrole et chimie	Catégorie : Autres
6. Biotechnologie animale (diagnostic, thérapie, transplantation d'embryons, marqueurs génétiques, génie génétique, etc.)	14. Récupération pétrolière ou minérale par action microbienne	21. Synthèse chimique ou biologique spécialisée (peptides, protéines, nucléotides, hormones, facteurs de croissance, agents biochimiques, etc.)
7. Biofertilisants, biopesticides, bioherbicides, bioadditifs alimentaires pour les animaux et agents microbiens antiparasitaires (bactéries, champignons, levures, etc.)	15. Biotraitement d'épuration industrielle (biodésulfuration, biocraquage, biorécupération, etc.)	22. Autres (veuillez préciser)
8. Emplois non alimentaires des produits agricoles (combustibles, lubrifiants, matières de fabrication de produits de base et de produits de chimie fine, produits de beauté, etc.)		

DANEMARK

À partir de 1991, le Danish Institute for Studies in Research and Research Policy (http://www.afsk.au.dk) a commencé à recueillir des données sur la biotechnologie auprès des secteurs public et privé, dans le cadre d'une enquête nationale sur la R et D. Les variables couvertes comprennent les unités de R et D, le personnel de la R et D, les dépenses au titre de la R et D et le coût de la R et D. Des données sont disponibles pour 1991 à 1997.

Définition : Aucune définition explicite n'est fournie dans le questionnaire national sur la R et D.

FINLANDE

Statistics Finland ne recueille pas de données sur la biotechnologie. Toutefois, l'Academy of Finland a produit un document de fond intitulé : « Evaluation of Molecular Biology and Biotechnology Research » (1996).

Finnish Bio-industries (http://www.finbio.net) produit un « Index of Biotechnology Companies Organisations et Science Centres in Finland » (1999).

FRANCE

Le MENRT (Ministère de l'éducation nationale, de la recherche et de la technologie — Bureau des études statistiques sur la recherche) — ne recueille pas de statistiques sur la biotechnologie dans le cadre de son enquête sur la R et D, mais a l'intention de le faire à l'avenir. On a mis au point une enquête sur les entreprises de biotechnologie, de concert avec l'INRA (Institut national de la Recherche Agronomique). Avant cette enquête, le MENRT a commandé une étude à Arthur Andersen en vue d'établir un registre des entreprises.

La collecte des données pour cette enquête a commencé en 1999. La France compte environ 1 000 entreprises de biotechnologie, dont à peu près 700 sont des laboratoires de recherche publics, et les autres, des entreprises privées. L'enquête a été envoyée à ces laboratoires et entreprises, et un site Internet a été créé pour que le questionnaire puisse être rempli sous forme électronique.

Site :

http://www.education.gouv.fr/technologie/biotec/somm.htm.

Définition : Plutôt que de définir la biotechnologie, la France a dressé une liste de 35 biotechnologies (disponible en français uniquement pour le moment) :

Amplification de gènes - PCR	Enzymologie	Modélisation moléculaire
ADN recombinant	Fermentation	Molécules antisens
Anticorps monoclonaux	Fonctionnalisation des gènes	Pharmacogénomique
Bioinformatique	Galénique	Protéomique
Bioprocess	Hormones et facteurs de croissance	Purification/séparation
Biopuces	Hybridation, fusion cellulaire	Séquençage
Bio-réacteur	Ingénierie des glucides	Synthèse des molécules
Chimie chirale	Ingénierie des lipides	Système de délivrance (vecteurs)
Chimie combinatoire	Ingénierie des protéines	Traitements des produits et substituts sanguins
Contrôle des procédés	Ingénierie des tissus	Transgénèse
Criblage de molécules haut débit	Instrumentation	Autres : préciser :
Culture des tissus ou des cellules	Isolation de peptides et synthèse	

JAPON

En 1995, le Statistics Bureau, Management and Coordination Agency du gouvernement du Japon a mis en œuvre une enquête sur la R et D dans le domaine des sciences de la vie. Cette enquête comprend des questions sur le nombre de personnes qui participent à des activités de R et D dans le domaine de la recombinaison génétique, ainsi que les dépenses s'y rapportant.

La Japan Bio-industry Association (JBA) tient une enquête sur les entreprises de biotechnologie. Cette enquête porte sur le nombre d'entreprises, leurs revenus, leurs employés et la R et D (http://www.jba.or.jp).

La base de données PATOLIS de la JAPIO (Japan Patent Information Organisation) fournit aussi des données sur les demandes de brevet en biotechnologie (catégories PCI : AO1G, AO1H, A61K, C12N, C12P et C12Q; agrégation de brevets et brevets pour innovation). (http://www.european-patent-office.org/espacenet/help/paj/data1.htm).

Nikkei Biotechnology (http://biotech.nikkeibp.co.jp) a publié un document qui porte sur les progrès de la biotechnologie au Japon. Une version anglaise figure dans le site http://www.dfait-maeci.gc.ca/ni-ka/scitech/biotech-e.asp.

Définition : Dans le cadre de cette enquête, la définition des entreprises qui utilisent la biotechnologie est large, étant donné que l'enquête ne vise pas uniquement les produits qui utilisent la biotechnologie moderne, mais s'applique aussi au secteur du brassage et des produits de la fermentation, qui utilise l'ancienne biotechnologie.

PAYS-BAS

Une enquête sur la R et D est envoyée par le Central Bureau of Statistics (CBS) aux entreprises et aux instituts de recherche. Tous les deux ans, on demande une ventilation des équivalents temps plein de la R et D dans les secteurs de la technologie, un de ceux-ci étant la biotechnologie.

NOUVELLE-ZÉLANDE

Le Ministry of Research, Science and Technology est en voie d'élaborer un questionnaire qui doit être envoyé en mai-juin 2000.

MEXIQUE

Le Dr Rodolfo Quintero-Ramirez, de l'Institut du génie de l'Université nationale du Mexique a publié un document portant sur la biotechnologie au Mexique qui prend la forme d'une réflexion rétrospective de 1982 à 1997, dans une publication spécialisée intitulée : « Biotecnologia », Vol. 3, nº 3, p. 133 à 172, septembre 1998. Le document est en espagnol. La méthode utilisée pour obtenir les données incluses dans le document a consisté à rendre visite à des groupes de recherche et à consulter les pages Internet de chaque centre de recherche.

ESPAGNE

Le CINDOC-CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Cientificas Centro de Informacion y Documentacion CIENTIFICA) a publié un catalogue des groupes de recherche et des entreprises espagnols du secteur de la biotechnologie pour 1997. La publication prend la forme d'un volume et d'un CD-ROM et comprend des renseignements sur les technologies utilisées par 766 groupes et environ 150 entreprises.

SUÈDE

Le NUTEK (Swedish National Board for Industrial and Technical Development) travaille à l'élaboration d'un rapport fondé sur des données bibliométriques et des données sur les brevets, en vue d'analyser le secteur de la biotechnologie en Suède.

ÉTATS-UNIS

Les statistiques officielles ne comprennent pas de données sur la biotechnologie. La National Science Foundation (NSF) n'est pas en mesure de documenter les activités de biotechnologie de l'industrie pour diverses raisons, la plus importante étant que la biotechnologie ne comporte pas de code distinct dans la classification type des industries. Cette année, le recensement (outil de collecte pour l'enquête sur les données et les dépenses de R et D de l'industrie) doit comprendre une étude spéciale, afin de déterminer la classification des compagnies de biotechnologie. Nombre d'entre elles font partie du secteur pharmaceutique (283), certaines, des services de recherche, de développement et d'essai (SIC 873), et d'autres se retrouvent ailleurs. Malheureusement, les anciens codes de classification des industries, ainsi que le nouveau système de classification (SCIAN), qui doit être mise en œuvre pour les statistiques concernant 1999, ne comportent pas non plus de listes distinctes pour les entreprises de biotechnologie, ce qui constitue une autre raison de tenir une étude spéciale parallèlement au recensement.

Données sur les brevets

Le U.S. Patent and Trademark Office (http://www.uspto.gov) détermine de façon périodique des catégories de brevets liées aux biotechnologies et rend compte des activités relatives aux brevets des inventeurs américains et étrangers. La NSF/le SRS ont financé une étude sur les activités internationales en matière de brevets (qui a été exécutée par Mogee Research & Analysis Associates) dans plusieurs secteurs technologiques, au moyen de la Derwent World Patent Index Database. La biotechnologie est l'un des domaines examinés, les activités relatives aux brevets en génie génétique ayant été utilisées pour représenter la biotechnologie. Ces données ont été présentées dans *Science & Engineering Indicators—1998* et dans un document distinct diffusé par la division.

Données sur le commerce

Le U.S. Census Bureau (http://www.census.gov/foreign-trade/www/sec2.html#hs) fait état du commerce américain de la biotechnologie dans sa base de données sur les produits de la technologie de pointe. Ces données figurent dans Science & Engineering Indicators et dans d'autres publications.

Produits de la technologie de pointe.

Environ 500 des codes de classification des marchandises du tarif douanier fondées sur le Système harmonisé des États-Unis annotés aux fins de la déclaration statistique et des codes de classification des marchandises de l'annexe B utilisés pour rendre compte des importations et des exportations américaines sont des codes « de technologie de pointe » qui doivent répondre aux critères suivants.

Le code doit comprendre des produits dont la technologie découle d'un secteur technologique de pointe reconnu (par exemple, la biotechnologie).

- Ces produits doivent être à la fine pointe de la technologie dans ce domaine.
- Ces produits représentent une portion significative de tous les produits couverts par le code de classification choisi.

Cette mesure de la technologie de pointe fondée sur les produits et les marchandises diffère des mesures plus larges qui reposent sur les codes de la CTI et qui comprennent toutes les marchandises produites par un groupe particulier, peu importe le niveau de technologie compris dans ces marchandises.

Le HTSUSA est la version américaine pour les importations du Système harmonisé.

Collecte de données non gouvernementale sur la biotechnologie

Des données sur la R et D en biotechnologie sont disponible auprès de la Biotechnology Industry Organisation (une association d'entreprises de biotechnologie). http://www.bio.org/welcome.html.

Des données sur les entreprises de biotechnologie (dénombrement et domaines de recherche) sont disponibles auprès de l'Institute for Biotechnology Information (base de donnée Research Triangle Park). http://www.biotechinfo.com/.

Capital de risque : Venture Economics, Inc, Newark, New Jersey, est un organisme privé de collecte qui compile des données sur le secteur du capital de risque aux États-Unis. Il classifie la majeure partie des données selon le secteur Technologique, un d'entre eux étant la biotechnologie. Il arrive fréquemment que la NSF/le SRS achètent des données auprès de cette entreprise et les utilisent dans une gamme variée de publications.

Entreprises nouvellement constituées qui ont des activités dans le secteur de la technologie : CorpTech Directory of Technology Companies, qui est située à Woburn au Massachusetts, détient une base de données incomplète au sujet des nouvelles entreprises de technologie qui ont des activités aux États-Unis. La biotechnologie est l'une des technologies figurant dans ce système de classification.

COMMISSION EUROPÉENNE

La Commission européenne a publié deux volumes d'études concernant des pays.

« Les volumes comprennent un inventaire des programmes publics de stimulation de la R et D en biotechnologie dans 17 pays d'Europe. Les travaux se sont limités à la recherche publique, y compris celle effectuée par les organismes de caractère philanthropique, et ont laissé de côté la recherche effectuée dans les universités et les laboratoires privés. Des aspects du transfert de la technologie entre le secteur public et privé sont toutefois présentés brièvement.

Il va sans dire qu'un travail aussi complexe (du point de vue du sujet et de la portée) ne peut jamais être parfait. La fiabilité des renseignements fournis est égale à celle des sources de ces renseignements. La présentation des pays ne permet pas réellement de comparaisons au niveau international, en dépit d'efforts immenses de restructuration et d'harmonisation. »

(Commission européenne, Inventory of public biotechnology R&D programmes in Europe : Volume 1 Analytical report, 1999 EUR 18886/1 EN)

Chaque fichier national est structuré de la façon suivante :

- Contexte : création du contexte national.
- Système national de financement de la biotechnologie : politique et instruments.
- Compétences et priorités au niveau national.
- Infrastructure de biotechnologie publique et privée.
- Bibliographie et personnes interviewées.

Ces fichiers nationaux constituent une source inestimable d'information et pourraient se révéler utiles pour les premières étapes du projet.

Publications :

« Inventory of Public Biotechnology R&D Programmes in Europe - 1999 » : an analytical report.

« Inventory of Public Biotechnology R&D Programmes in Europe : National Reports Volume 1 - 1999 ».

« Inventory of Public Biotechnology R&D Programmes in Europe : National Reports Volume 2 - 1999. ».

Site :

http://europa.eu.int/comm/dg12/biotech/biot-pg-pdf.html.

Définition : On a utilisé la définition largement reconnue de la biotechnologie de l'OCDE (application de principes scientifiques et de génie au traitement de matières grâce à des agents biologiques, en vue de produire des biens et des services), ainsi que celle de la Fédération européenne de biotechnologie (utilisation intégrée des sciences naturelles et du génie par l'application de biosystèmes — cellules d'origine microbienne végétale et animale, parties de ces cellules et molécules analogues — dans les bioindustries). Toutefois, certains états membres peuvent avoir appliqué des concepts différents correspondant aux diverses façons dont la biotechnologie est utilisée dans chaque pays.

(CE - DGXII, Biotechnology R&D in Europe: National Files, 1996).

PUBLICATIONS ÉLECTRONIQUES DISPONIBLES À
www.statcan.ca

ANNEXE 2 : LISTE NON EXHAUSTIVE DE SITES ET DE PUBLICATIONS EXTERNES

La section qui suit donne un aperçu des types de sites qui sont accessibles au grand public, ainsi que des rapports préparés par des entreprises d'experts-conseils. Cette liste n'est en aucun cas exhaustive ni classifiée selon un ordre particulier. Les paragraphes descriptifs qui suivent chaque renvoi à des sites Internet ont été tirés directement des sites en question.

http://www.ey.com/

Les experts-conseils Ernst & Young ont produit de nombreux rapports qui suivent les progrès dans le domaine de la biotechnologie. Ces publications comprennent des données statistiques. Les experts-conseils ont produit des rapports pour l'Europe, les États-Unis, l'Allemagne et la Belgique (à venir, de concert avec l'Association belge des biotechnologues), à titre d'initiative pilote de marketing en vue de démontrer leur engagement à l'égard du secteur et leur connaissance de celui-ci. Le rapport américain est publié pour une quatorzième année, et le rapport européen, pour la septième année.

Publications :

Ernst &Young LLP, *Bridging the Gap*, 1999 (USA).

Ernst &Young, Australian Biotechnology Report 1999, 1999.

Ernst &Young LLP, *European Life Sciences*, 1999.

Ernst &Young LLP, *New directions '98*, 1998 (USA).

Ernst &Young, Germany's Biotechnology Takes Off in 1998, 1998.

Ernst &Young LLP, *European Life Sciences*, 1998.

Ernst &Young LLP, Canadian Biotech '97, Coming of Age, 1997.

Définition : La définition utilisée par Ernst & Young de ce que l'on appelle les entreprises des sciences de la vie est la suivante : entreprises commerciales dont la principale activité consiste à trouver, élaborer et vendre des produits, des technologies et des services sur la base de la biotechnologie moderne. Les domaines d'application sont les suivants ; science de la santé (thérapies et diagnostics), agriculture, secteur alimentaire, produits chimiques fins de la biotechnologie et production de base, ainsi que protection de l'environnement. Ces secteurs sont généralement appelés collectivement industrie des sciences de la vie.

Par biotechnologie moderne, on entend l'ensemble des méthodes, processus ou produits innovateurs qui utilisent principalement des organismes vivants ou leurs composantes cellulaires ou sous-cellulaires, ainsi que les résultats de la recherche dans le domaine de la biochimie, de la biologie moléculaire, de l'immunologie, de la virologie, de la microbiologie, de la biologie cellulaire ou de la technologie environnementale et de l'ingénierie de procédés, dans un cadre d'interprétation étiologique.

(E&Y, Germany's Biotechnology Takes Off in 1998, 1998).

http://www.arthurandersen.com/

Arthur Andersen a produit un rapport sur le secteur de la biotechnologie au Royaume-Uni en 1997.

Publications :

(Arthur Andersen, UK Biotech '97 - Making the Right Moves, 1997).

Définition : Le secteur de la biotechnologie est défini comme comprenant « les entreprises dont l'activité commerciale principale dépend de l'utilisation d'organismes, de systèmes ou de processus biologiques ».

(Arthur Andersen, UK Biotech '97 - Making the Right Moves, 1997).

http://www.biotechknowledge.com/

Le Knowledge Center est parrainé par Monsanto. Ce site comprend un ensemble dynamique de communiqués, de rapports techniques, de dossiers d'information, de discours et d'autres documents. Il réunit des documents représentant de nombreux points de vue différents. Son but premier est de promouvoir une plus grande compréhension de la biotechnologie alimentaire et d'autres sciences de la vie, ainsi que des nombreux enjeux qui s'y rapportent.

http://www.nuffield.com/bioethics/

Les nouveaux progrès dans le domaine de la médecine et de la biologie soulèvent des questions d'éthique importantes. Le Nuffield Council on Bioethics a comme mandat d'examiner ces questions. Le Nuffield Council on Bioethics est un organisme indépendant établi par les fiduciaires de la Nuffield Foundation, en 1991. Le conseil est financé conjointement par la Nuffield Foundation, Wellcome Trust et le Medical Research Council.

http://www.biocompass.com/

Biotechnology Transfer Services (BTS), établi en 1986, est une entreprise d'experts-conseils en gestion établie aux États-Unis, qui fournit des services mondiaux de développement d'entreprises de biotechnologie, axés principalement sur la région Asie-Pacifique et les États-Unis. Depuis une expansion récente, les services englobent maintenant l'Europe.

http://www.biocentury.com/

Ce site comprend des bulletins d'information, des services de conférence et de recherche, des analyses, des interprétations et des commentaires relatifs au développement de l'industrie de la biotechnologie, aux stratégies d'entreprises et à la valeur des actions. Il comporte aussi une page où figurent des liens avec des organisations industrielles, des organismes gouvernementaux, des sources de communiqués, des ressources financières, des groupes de discussion et des publications scientifiques.

http://www.oecd.org/ehs/biolinks.htm#National Biotechnology Web Sites

Ce site comprend une liste de liens avec d'autres ressources dans le domaine de la biotechnologie ou de la biosécurité sur Internet.

http://www.dfait-maeci.gc.ca/

Le ministère canadien des Affaires étrangères et du Commerce international détient des documents sur la biotechnologie dans divers pays : Australie, Japon (http://www.dfait-maeci.gc.ca/ni-ka/scitech/biotech-e.asp), Allemagne, Irlande, Corée, Mexique, Royaume-Uni, États-Unis, etc.

ANNEXE 3 : LISTE NON EXHAUSTIVE DE DÉFINITIONS PARTICULIÈRES DE LA BIOTECHNOLOGIE

AUSTRALIE

Par « biotechnologie », on entend toute application technologique qui utilise des systèmes biologiques, des organismes vivants ou des dérivés, pour fabriquer ou modifier des produits ou des processus à des fins particulières. La biotechnologie consiste simplement à utiliser des micro-organismes, ainsi que des cellules végétales et animales, pour produire notamment des aliments, des médicaments et des produits chimiques utiles pour le genre humain.

CANADA

La biotechnologie a été définie [Agriculture et Agroalimentaire Canada. Regulation of Agricultural Products of Biotechnology, 31 août 1993] comme « l'application de la science et du génie à l'utilisation directe ou indirecte d'organismes vivants, ou encore de parties ou de produits d'organismes vivants, dans leur forme naturelle ou modifiée ».

DANEMARK

« Aucune définition n'est donnée dans le questionnaire nationale de la R et D. Cela vient du fait que l'ensemble de la question a trait à des sujets qui figurent au programme de R et D au moment de l'enquête. Lorsque ces sujets sont inclus dans le questionnaire sur le R et D, « tous les intervenants » du secteur scientifique connaissent la question en raison des débats qui l'entourent et des annonces de programmes qui sont faites. »

FRANCE

Les biotechnologies — technologies pour et par le vivant — visent à améliorer la santé de l'homme et son environnement naturel et nutritionnel.

JAPON

Dans le cadre de cette enquête, la définition des entreprises qui utilisent la biotechnologie est large, étant donné que l'enquête ne vise pas uniquement les produits qui utilisent la biotechnologie moderne, mais s'applique aussi au secteur du brassage et des produits de la fermentation, qui utilise l'ancienne biotechnologie.

PAYS-BAS

La science des processus de production fondée sur l'action de micro-organismes et de leurs composantes actives, ainsi que des processus de production faisant intervenir des cellules et des tissus d'organismes supérieurs. — A DutchPerspective, 1981.

NOUVELLE-ZÉLANDE

La New Zealand Biotechnology Association définit la biotechnologie moderne comme « l'application de principes scientifiques et de génie au traitement de matières grâce à des agents biologiques, et au traitement de matières biologiques en vue d'améliorer la qualité de vie, grâce à l'isolation, à la modification et à la synthèse des instructions génétiques responsables des processus biologiques proprement dits. »

ROYAUME-UNI

Department of Industry du Royaume-Uni — La biotechnologie est l'application et l'exploitation d'organismes, de systèmes et de processus biologiques.

ÉTATS-UNIS

«Toute technique qui utilise des organismes vivants ou des substances tirées de ces organismes, pour fabriquer ou modifier un produit ou un processus, pour améliorer des plantes ou des animaux, ou pour développer des micro-organismes à des fins particulières ». L'ensemble des processus industriels qui font intervenir des systèmes biologiques. L'utilisation d'organismes vivants ou de leurs composantes dans les processus industriels — OTA Report, 1981.

Ce qui est particulier au point de vue des industries, c'est que la biotechnologie n'est pas définie selon ses produits, mais plutôt selon les technologies utilisées pour les fabriquer. La biotechnologie se rapporte à un ensemble de technologies d'appui utilisées par un large éventail d'entreprises pour leurs activités de recherche, de développement et de fabrication. Jusqu'à maintenant, ces technologies ont été utilisées principalement par l'industrie pharmaceutique, mais elles sont utilisées de plus en plus par une gamme d'autres industries, comme l'agriculture, les mines et le traitement des déchets. Diverses publications du gouvernement américain ont défini la biotechnologie comme un ensemble de techniques qui utilisent des organismes ou leurs composantes cellulaires, sous-cellulaires ou moléculaires, pour fabriquer des produits ou pour modifier des plantes, des animaux, ainsi que des micro-organismes pour obtenir les attributs souhaités. Cette définition large comprend des méthodes de traitement des maladies élaborées à partir des recherches récentes en biologie moléculaire et dans d'autres domaines, ainsi que de pratiques centenaires de reproduction animale et végétale et d'utilisation de micro-organismes pour fabriquer du pain levé et des boissons fermentées. Les progrès de la biologie moléculaire des 25 dernières années ont mené à l'élaboration de technologies de génie génétique, de technologies d'anticorps monoclonal, d'amplification génétique et d'ingénierie des protéines et d'autres méthodologies qui ont des applications dans le domaine médical. Les nouvelles techniques ont permis aux chercheurs de modifier la constitution génétique et biochimique des organismes, avec beaucoup plus de précision et beaucoup plus rapidement.

(U.S. Department of Commerce, Office of Technology Policy, *Meeting the Challenge: U.S. Industry Faces the 21st Century - The U.S. Biotechnology Industry*, 1997).

OCDE

« La biotechnologie est l'application de principes scientifiques et de génie au traitement de matières grâce à des agents biologiques, en vue de produire des biens et des services » (OCDE, Biotechnology : International Trends and Perspectives, Paris, 1982).

CE

« On a utilisé la définition largement reconnue de la biotechnologie de l'OCDE (application de principes scientifiques et de génie au traitement de matières grâce à des agents biologiques en vue de produire des biens et des services), ainsi que celle de la Fédération européenne de biotechnologie (utilisation intégrée des sciences naturelles et du génie par l'application de biosystèmes — cellules d'origine microbienne, végétale et animale, parties de ces cellules et molécules analogues — dans les bioindustries). » Toutefois, certains états membres peuvent avoir appliqué des concepts différents correspondant aux diverses façons dont la biotechnologie est utilisée dans chaque pays.

(EC — DGXII, *Biotechnology R&D in Europe : National Files, 1996).*

ERNST & YOUNG

La définition utilisée par Ernst & Young de ce que l'on appelle les entreprises des sciences de la vie est la suivante : entreprises commerciales dont la principale activité consiste à trouver, élaborer et vendre des produits, des technologies et des services sur la base de la biotechnologie moderne. Les domaines d'application sont les suivants : science de la santé (thérapies et diagnostics), agriculture, secteur alimentaire, produits chimiques fins de la biotechnologie et production de base, ainsi que protection de l'environnement. Ces secteurs sont généralement appelés collectivement industrie des sciences de la vie.

Par biotechnologie moderne, on entend l'ensemble des méthodes, processus ou produits innovateurs qui utilisent principalement des organismes vivants, ou leurs composantes cellulaires ou sous-cellulaires, ainsi que les résultats de la recherche dans le domaine de la biochimie, de la biologie moléculaire, de l'immunologie, de la virologie, de la microbiologie, de la biologie cellulaire ou de la technologie environnementale et de l'ingénierie de procédés, dans un cadre d'interprétation étiologique.

(E&Y, *Germany's Biotechnology Takes Off in 1998*, 1998).

ARTHUR ANDERSEN

Le secteur de la biotechnologie est défini comme comprenant « les entreprises dont l'activité commerciale principale dépend de l'utilisation d'organismes, de systèmes ou de processus biologiques ».

(Arthur Andersen, *UK Biotech '97 — Making the Right Moves*, 1997).

PUBLICATIONS ÉLECTRONIQUES DISPONIBLES À
www.statcan.ca

ANNEXE 4 : LISTE DES BIOTECHNOLOGIES UTILISÉES DANS LE CADRE DES ENQUÊTES NATIONALES

CANADA

Liste des 17 biotechnologies utilisées pour l'Enquête sur les entreprises de biotechnologie - 1997.

(L'Enquête sur l'utilisation de la biotechnologie par les industries canadiennes - 1996 comportait une liste de 22 biotechnologies.)

ADN

- Génie génétique
- Sondes d'ADN
- Bio-informatique/Génomique/Pharmacogénétique
- Séquençage, synthèse et amplification d'ADN
- Thérapie génique

Biochimie et immunochimie

- Conception et administrations de vaccins, de stimulants immunitaires et de médicaments et chimie combinatoire
- Essais diagnostiques et anticorps
- Séquençage ou synthèse de peptides ou de protéines
- Récepteurs cellulaires/Transmission de signaux cellulaires/Phéromones/Modélisation moléculaire tridimensionnelle/Biologie structurale
- Biocapteurs
- Biomatériaux
- Microbiologie/Virologie/Écologie microbienne

Biotraitement

- Culture et manipulation de cellules de tissus et d'embryons
- Fermentation/Biotraitement/Biotransformation/Biolixiviation/Biopulpage (bioréduction en pâte)/ Bioblanchiment/Biodésulfuration
- Extraction/Purification/Séparation
- Biodépollution/Phytorestauration/Biofiltration/Bioindicateurs
- Chimie des produits naturels
- Autres (veuillez préciser)

FRANCE

Pour son enquête auprès des entreprises de biotechnologie, la France a répertorié 35 biotechnologies (dont la liste n'existe qu'en français à l'heure actuelle), à savoir :

Amplification de gènes - PCR	Enzymologie	Modélisation moléculaire
ADN recombinant	Fermentation	Molécules antisens
Anticorps monoclonaux	Fonctionnalisation des gènes	Pharmacogénomique
Bioinformatique	Galénique	Protéomique
Bioprocess	Hormones et facteurs de croissance	Purification/séparation
Biopuces	Hybridation, fusion cellulaire	Séquençage
Bio-réacteur	Ingénierie des glucides	Synthèse des molécules
Chimie chirale	Ingénierie des lipides	Système de délivrance (vecteurs)
Chimie combinatoire	Ingénierie des protéines	Traitements des produits et substituts sanguins
Contrôle des procédés	Ingénierie des tissus	Transgénèse
Criblage de molécules haut débit	Instrumentation	Autres : préciser :
Culture des tissus ou des cellules	Isolation de peptides et synthèse	

NOUVELLE-ZÉLANDE

L'enquête de la Nouvelle-Zélande auprès des entreprises de biotechnologie s'appuie sur une définition unique et une liste de 55 procédés biotechnologiques.

ADN : TECHNOLOGIE REPOSANT EN GRANDE PARTIE SUR LA CHIMIE DE L'ADN

1. Génie génétique / ADN recombinant : Manipulation du matériel génétique d'un organisme afin d'y introduire ou d'en éliminer des modifications génétiques particulières par les méthodes modernes de la biologie moléculaire.
2. Sonde génétique : Section d'ADN ou d'ARN de structure ou de fonction connue, marquée au moyen d'un isotope radioactif, d'un colorant ou d'une enzyme, de sorte que l'on puisse l'utiliser pour déceler la présence d'une séquence nucléotidique similaire dans tout autre matériel biologique.
3. Bio-informatique : Analyse assistée par ordinateur de données biologiques (bio-info), particulièrement la génomique et la modélisation moléculaire (*p.ex.*, séquençage d'ADN, d'ARN et de protéines, et base de données sur la génétique humaine, végétale, animale et microbienne).
4. Pharmacogénétique : Étude de la génétique de la production, du mode d'action et de l'assimilation des médicaments.
5. Génomique : Utilisation et organisation des renseignements d'intérêt biologique, y compris la construction et l'analyse de gènes pour rechercher de nouveaux gènes présentant un intérêt, la reproduction de gènes existants, etc.

6. Séquençage de l'ADN : Méthode permettant de déterminer l'ordre d'enchaînement des nucléotides dans un gène ou un fragment d'ADN.
7. Synthèses d'ADN : Établissement de la formule et synthèse d'une molécule d'ADN d'après les renseignements existants sur les bases qui la constituent.
8. Amplification de l'ADN : Procédé qui consiste à augmenter le nombre de copies d'un gène particulier d'une séquence chromosomique.
9. Thérapie génique : Remplacement d'un gène défectueux dans un organisme présentant une anomalie génétique.
10. Élaboration rationnelle de médicaments : Analyse de la structure des sites actifs des enzymes et des récepteurs afin de concevoir des molécules synthétiques ayant une activité pharmocologique.
11. Autres (veuillez préciser).

BIOCHIMIE/IMMUNOCHIMIE : TECHNOLOGIE REPOSANT EN GRANDE PARTIE SUR L'IMMUNO CHIMIE/ LES ANTICORPS OU LES ENZYMES

12. Vaccin : Agent contenant des antigènes que l'on produit à partir de micro-organismes pathogènes tués, atténués ou vivants ou de leur matériel génétique et que l'on utilise pour stimuler le système immunitaire en vue de protéger l'hôte.
13. Stimulant immunitaire : Composé qui déclenche la production d'anticorps ou de lymphocytes contenant des anticorps par le système immun.
14. Chimie combinatoire : Méthode de synthèse chimique qui permet de créer un grand nombre de composés organiques en assemblant des éléments chimiques constitutifs de toutes les façons possibles. Utilisée également pour synthétiser de nouveaux composés que l'on trie, c'est-à-dire dont on évalue l'efficacité, en regard de cibles biologiques dans le contexte de la recherche de nouveaux médicaments.
15. Élaboration et administration de médicaments : Mise au point de médicaments à partir de matières premières et (ou) selon des procédés qui nécessitent le recours à la biotechnologie.
16. Épreuve diagnostique : Épreuve utilisée pour déterminer la source d'un problème ou méthode de détermination de la nature d'une maladie par analyse des symptômes.
17. Synthèse de peptides/protéines : Procédé qui consiste à lier deux ou plusieurs acides aminés par liaison peptique.
18. Séquençage de peptides/protéines : Procédé qui consiste à déterminer la séquence d'un polypeptide ou d'une grappe de polypeptides, ou à créer une nouvelle substance à partir de molécules précurseurs.
19. Récepteur cellulaire : Structure protéinique fonctionnelle qui figure dans la membrane (surface) des cel lules et est étroitement liée à des molécules spécifiques (substances organiques, protéines ou virus).
20. Signalisation cellulaire : Mécanisme utilisé par les cellules pour induire ou déclencher des événements à des sièges éloignés dans les cellules.
21. Biodétection : Utilisation d'une molécule biologique (p. ex., enzyme, anticorps) couplée à un transducteur en vue de déceler de faibles concentrations de substances, comme les sucres et les protéines dans les liquides organiques, les polluants dans l'eau, etc.
22. Phéromone : Composé émis dans l'atmosphère par un insecte afin d'attirer les sujets de sexe opposé.
23. Modélisation moléculaire tridimensionnelle : Description des caractéristiques des molécules par leur représentation spatiale en trois dimensions.
24. Biologie structurelle : Étude des trois structures dimensionnelles des molécules biologiques (comme les protéines) et de leurs interactions, en vue de comprendre les fonctions de ces molécules dans la cellule.
25. Antigène : Substance qui stimule la production d'anticorps neutralisants particuliers dans le cadre d'une réponse immunitaire. Toute substance chimique, habituellement une protéine, qui interagit avec un anticorps.

26. Anticorps monoclonal : Anticorps hautement spécifique qui provient d'une lignée de cellules spécialisées et qui ne reconnaît qu'un antigène complémentaires particulier.
27. Anticorps : Protéine qui circule dans le sang et se lie à des substances étrangères envahissantes (antigènes, p. ex., bactéries, toxines, certains virus) de façon très sélective.
28. Microbiologie / écologie microbienne : Étude des organismes trop petits pour être perçus à l'œil nu.
29. Matériel biologique : Toute substance obtenue par un procédé biologique utilisée pour ses propriétés matérielles plutôt que biologiques.
30. Autres (veuillez préciser).

BIOTECHNOLOGIES ENVIRONNEMENTALES : BIOTECHNOLOGIES UTILISÉES POUR LUTTER CONTRE LA POLLUTION

31. Biovalorisation : Procédé qui consiste à augmenter l'efficacité de la population microbienne naturelle, afin d'augmenter la concentration ou l'accumulation de composés particuliers, généralement en ajoutant des nutriments, de l'oxygène ou de l'eau.
32. Bioréacteur : Enceinte dans laquelle des micro-organismes sont maintenus en vie dans des conditions contrôlées en vue de créer ou de détruire des composés particuliers.
33. Épuration biologique des gaz : Utilisation de micro-organismes pour décomposer ou dégrader les substances dangereuses présentes dans un flux de gaz en substances moins dangereuses ou non toxiques.
34. Biodépollution : Utilisation d'un micro-organisme naturel ou génétiquement modifié pour décomposer ou dégrader des substances dangereuses en substances moins dangereuses ou non toxiques.
35. Phytorestauration : Utilisation de plantes pour remédier à la pollution de l'environnement.
36. Autres (veuillez préciser).

BIOTRAITEMENT : TRAITEMENT DE TOUTE SUBSTANCE NATURELLE D'ORIGINE BIOLOGIQUE

37. Culture cellulaire : population de cellules cultivée en vue d'essais microbiologiques, de la mise au point de cultures cellulaires ou, dans le cas des agents de fermentation, en vue d'étudier leur biologie ou de fabriquer des produits.
38. Culture tissulaire : Multiplication ou croissance, dans un milieu nutritif artificiel, de cellules prélevées sur un organisme pluricellulaire.
39. Culture embryonnaire : Croissance, dans un milieu artificiel, d'embryons provenant d'organismes multi-embryonnaires.
40. Manipulation cellulaire : Capacité de cultiver et de modifier une gamme variée de cellules en laboratoire.
41. Manipulation tissulaire : Capacité de cultiver et de modifier une gamme variée de tissus en laboratoire.
42. Manipulation embryonnaire : Capacité de cultiver et de modifier une gamme variée d'embryons en laboratoire.
43. Fermentation : Procédé micro-organique durant lequel le métabolisme des sucres pour produire de l'énergie s'accompagne de la formation d'alcool et ou d'acide lactique.
44. Biotraitement : Étape de production qui inclut la fermentation, la récupération et la purification.
45. Biotransformation : Conversion d'un composé chimique ou de matériel biologique en un autre au moyen d'un catalyseur biologique.
46. Lixiviation biologique : Utilisation de micro-organismes pour la lixiviation des métaux à partir du minerai.
47. Biopulpage : Utilisation d'enzymes pour décomposer les structures du bois en vue de produire de la pulpe pour la fabrication de papier.
48. Bioblanchiment : Utilisation d'enzymes pour blanchir les fibres du papier.
49. Biodésulfuration : Élimination du soufre organique ou inorganique du charbon à l'aide de bactéries ou de micro-organismes du sol.

50. Biopesticides : Lutte biologique contre les animaux et les plantes nuisibles au moyen de microbes ou de bactéries naturels.
51. Extraction / concentration/purification /séparation : Extraction d'un composé particulier d'une matière première.
52. Biofiltration : Traitement des égouts et des eaux usées industrielles au moyen de matériel biologique actif cultivé sur un support solide.
53. Bio-indicateurs : Utilisation d'organismes pour indiquer l'état d'un environnement.
54. Reproduction classique/traditionnelle : Amélioration génétique des animaux ou des plantes par la reproduction d'individus sélectionnés.
55. Chimie des produits naturels : Étude d'une substance biologique ou d'une substance produite par une méthode biologique par à des méthodes analytiques, comme l'isolement et l'identification de composés chimiques nouveaux dans du matériel biologique.
56. Microbio-inoculants : Inoculants bactériens d'origine naturelle utilisés pour favoriser la croissance végétale.
57. Biocaptage : Utilisation d'une molécule biologique, comme une enzyme ou un anticorps, couplée à un transducteur en vue de déceler de faibles concentrations de substances, telles que les sucres et les protéines dans les liquides organiques, les polluants dans l'eau, etc.
58. Embryogénèse somatique : Multiplication de lignées de plantes et d'arbres génétiquement souhaitables, par des méthodes de culture tissulaire.
59. Autres (Veuillez préciser).

PUBLICATIONS ÉLECTRONIQUES DISPONIBLES À
www.statcan.ca

Pour commander des publications cataloguées

On peut se procurer la présente publication et les autres publications auprès des agents autorisés régionaux des librairies de quartier et des bureaux régionaux de Statistique Canada. On peut aussi les commander par la poste en s'adressant à:

Statistique Canada
Division de la diffusion
Gestion de la circulation
120, avenue Parkdale
Ottawa, Ontario
K1A 0T6

Téléphone: 1(613)951-7277
Commandes (sans frais partout au Canada): 1-800-700-1033
Numéro du télécopieur: 1-(613)-951-1584 ou 1-800-889-9734
Toronto : Carte de crédit seulement (416)973-8018
Internet: order@statcan.ca

PUBLICATIONS AU CATALOGUE

Publications statistiques

88-202-XPB	Recherche et développement industriels, Perspective 1999 (avec des estimations provisoires pour 1998 et des dépenses réelles pour 1997)
88-204-XIB	Activités scientifiques fédérales, 1999-2000e (annuel)
88-001-XIB	Statistiques des sciences (mensuel)

Volume 22

No. 1	Les organismes provinciaux de recherche, 1996
No. 2	Dépenses de l'administration fédérale au titre des activités scientifiques, 1998-1999
No. 3	Personnel de l'administration fédérale affecté aux activités scientifiques et technologiques (S-T), 1989-1990 à 1998-1999e
No. 4	Activités scientifiques en biotechnologie selon certains ministères fédéraux et organismes, 1997-1998
No. 5	Dépenses totales au titre de la recherche et du développement au Canada, 1987 à 1998e et dans les provinces, 1987 à 1996
No. 6	Répartition provinciale et territoriale des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie, 1996-1997
No. 7	Estimation des dépenses au titre de la recherche et du développement dans le secteur de l,enseignemnt superieur, 1996-1997
No. 8	Dépenses au titre de la recherche et du développement (R-D) des organismes privés sans but lucratif (OSBL), 1997

Volume 23

No. 1 Les organismes provinciaux de recherche, 1997

No. 2 Activités scientifiques et technologiques (S-T) des administrations provinciales, 1990-1991 à 1998-1999e

No. 3 Recherche et développement industriels de 1994 à 1998

No. 4 Estimations des dépenses totales au titre de la recherche et du développement dans le secteur de la santé au Canada, 1970 à 1998e

No. 5 Dépenses de l'administration fédérale au titre des activités scientifiques, 1999-2000e

No. 6 Dépenses totales au titre de la recherche et du développement au Canada, 1988 à 1999e et dans les provinces, 1988 à 1997

No. 7 Estimation des dépenses au titre de la recherche et du développement dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1997-1998

No. 8 Dépenses au titre de la recherche et du développement (R-D) des organismes privés sans but lucratif (OSBL), 1998

No. 9 Recherche et développement industriels de 1995 à 1999

No.10 Répartition provinciale et territoriales des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie, 1997-1998

Volume 24

No. 1 Personnel de l'administration fédérale affecté aux activités scientifiques et technologique (S-T),1990-1991 à 1999-2000e

No. 2 Recherche et développement (R-D) en biotechnologie dans l'industrie canadienne

No. 3 Recherche et développement industriels de 1996 à 2000

No. 4 Les organismes provinciaux de recherche, 1998

No. 5 Dépenses de l'administration fédérale au titre des activités scientifiques, 2000-2001e

No. 6 Dépenses totales au titre de la recherche et du développement au Canada, 1989 à 2000e et dans des provinces, 1989 à 1998

No. 7 Estimation des dépenses au titre de la recherche et du développement dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1998-1999

No. 8 Dépenses au titre de la recherche et du développement (R-D) des organismes privés sans but lucratif (OSBL), 1999

DOCUMENTS DE TRAVAIL - 1998

Ces documents de travail sont disponibles à la Section des enquêtes des sciences et de l'innovation.

Veuillez contacter :

Section des enquêtes des sciences et de l'innovation

Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique

Statistique Canada

Ottawa, Ontario

K1A 0T6

Internet: http://www.statcan.ca/english/research/scilist_f.htm

Tél: (613) 951-6309

ST-98-01 Un compendium de statistiques sur les sciences et la technologie, Février 1998

ST-98-02 Exportations et emploi connexe dans les industries canadiennes, Février 1998

ST-98-03 Création d'emplois, suppression d'emplois et redistribution des emplois dans l'économie canadienne, Février 1998

ST-98-04 Une analyse dynamique des flux de diplômés en sciences et technologie sur le marché du travail au Canada, Février 1998

ST-98-05 Utilisation des biotechnologies par l'industrie canadienne – 1996, Mars 1998

ST-98-06 Survol des indicateurs statistiques de l'innovation dans les régions du Canada : Comparaisons des provinces, Mars 1998

ST-98-07 Paiements de l'administration fédérale dans les industries, 1992-1993, 1994-1995, 1995-1996, Septembre 1998

ST-98-08 L'analyse bibliométrique de la recherche scientifique et technologique : Guide méthodologique d'utilisation et d'interprétation, Septembre 1998

ST-98-09 Dépenses et personnel de l'administration fédérale au titre des activités en sciences naturelles et sociales, 1989-1990 à 1998-1999e, Septembre 1998

ST-98-10 Les flux de connaissances au Canada tels que mesurés par la bibliométrie, Octobre 1998

ST-98-11 Estimations des dépenses canadiennes au titre de la recherche et du développement (DIRD), Canada, 1987 à 1998e et selon la province, 1987 à 1996, Octobre 1998

ST-98-12 Estimation des dépenses au titre de la recherche et du développement dans le secteur de l'enseignement supérieur , 1996-1997 , Novembre 1998

DOCUMENTS DE TRAVAIL – 1999

ST-99-01 Enquête sur la commercialisation de la propriété intellectuelle dans le secteur de l,enseigneent supérieur, 1998, Février 1999

ST-99-02 Répartition du personnel et des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie selon la province, 1988-1989 à 1996-1997, Juin 1999

ST-99-03 Analyse du déploiement des travailleurs du domaine de la science et de la technologie dans l'économie canadienne, Juin 1999

ST-99-04 Estimations des dépenses totales au titre de la recherche et du développement dans le secteur de la santé au Canada, 1970 à 1998e, Juillet 1999

ST-99-05 Adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada, 1998, Août 1999

ST-99-06 Une vérification de la réalité pour définir le commerce électronique, 1998, Août 1999

ST-99-07 Activités scientifiques et technologiques des administrations provinciales, 1990-1991à 1998-1999e, Août 1999

ST-99-08 Estimations des dépenses canadiennes au titre de la recherche et du développement (DIRD), Canada, 1988 à 1999e et selon la province, 1988 à 1997, Novembre 1999

ST-99-09 Estimation des dépenses au titre de la recherche et de développement dans le secteur de l,enseignement superieur , 1997-98, Novembre 1999

ST-99-10 Évaluation de l'attrait des encouragements fiscaux à la R-D : Canada et principaux pays industriel, Décembre 1999

DOCUMENTS DE TRAVAIL – 2000

ST-00-01 Enquête sur la commercialisation de la propriété intellectuelle dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1999

ST-00-02 Dépenses et personnel de l'administration fédérale en sciences naturelles et sociales, 1990-1991 à 1999-2000e

ST-00-03 Un cadre pour améliorer les estimations des dépenses de R-D dans le domaine de l'enseignement supérieur et dans celui de la santé, par Mireille Brochu, juillet 2000

ST-00-04 Technologies de l'information et des communications et commerce électronique dans l'industrie canadienne, novembre 2000

DOCUMENTS DE RECHERCHE – 1996-2000

No. 1 L'État des indicateurs scientifiques et technologiques dans les pays de l'OCDE, par Benoît Godin, août 1996

No. 2 Le savoir en tant que pouvoir d'action, par Nico Stehr, juin 1996

No. 3 Coupler la condition des travailleurs à l'évolution des pratiques de l'employeur : l'Enquête expérimentale sur le milieu de travail et les employés,par Garnett Picot et Ted Wannell, juin 1996

No. 4 Peut-on mesurer les coûts et les avantages de la recherche en santé? par M.B. Wilk, février 1997

No. 5 La technologie et la croissance économique : Survol de la littérature, par Petr Hanel et Jorge Niosi, avril 1998

No. 6 Diffusion des biotechnologies au Canada, par Anthony Arundel, février 1999

No. 7 Les obstacles à l'innovation dans les industries de services au Canada, par Pierre Mohnen et Julio Rosa, novembre 1999

No. 8 Comment expliquer la croissance rapide parmi les entreprises canadiennes de biotechnologie,par Jorge Niosi, août 2000